

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2006年5月11日 (11.05.2006)

PCT

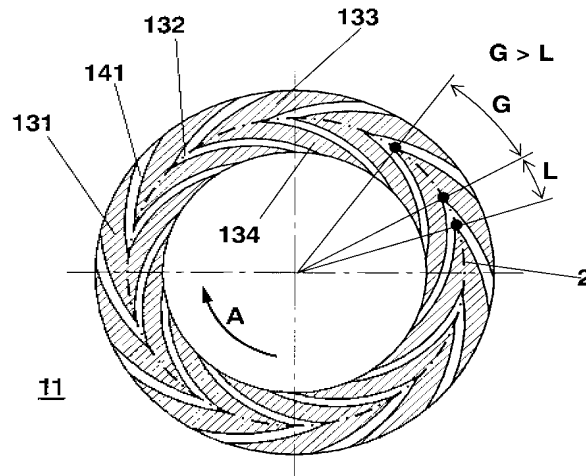
(10) 国際公開番号  
WO 2006/049114 A1

- (51) 国際特許分類:  
F16C 17/04 (2006.01) H02K 7/08 (2006.01)  
G11B 19/20 (2006.01) H02K 21/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/019971
- (22) 国際出願日: 2005年10月31日 (31.10.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2004-318959 2004年11月2日 (02.11.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電  
器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-  
TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大  
字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 喜多 洋三  
(KITA, Hiromi). 小幡 茂雄 (OBATA, Shigeo). 宮  
森 健一 (MIYAMORI, Kenichi). 野田 宏充 (NODA,  
Hiromitsu).
- (74) 代理人: 岩橋 文雄, 外 (IWAHASHI, Fumio et al.); 〒  
5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電  
器産業株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が  
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,

[続葉有]

(54) Title: THRUST DYNAMIC PRESSURE BEARING, SPINDLE MOTOR USING THE BEARING, AND INFORMATION RECORDING/REPRODUCING DEVICE USING THE SPINDLE MOTOR

(54) 発明の名称: スラスト動圧軸受およびこれを用いたスピンドルモータならびにこのスピンドルモータを用いた情報記録再生装置



(57) Abstract: A thrust dynamic pressure bearing having a large rigidity to tilting against the swing of a shaft and a small bearing loss torque, a spindle motor using the bearing, and an information recording/reproducing device using the spindle motor. In the thrust dynamic pressure bearing, herring bone grooves (131) having intermediate bent parts (132) are formed in a rotating side bearing surface (11) formed on the rotating side member of the bearing. When the rotating side bearing surface (11) is rotated in a direction (A) (clockwise direction), a lubricating oil causes a dynamic pressure in an area about the intermediate bent parts (132) along the radial outer portions (133) and the radial inner portions (134) of the herring bone grooves (131). Where a relation between the groove width (G) of dynamic pressure generating grooves and the width (L) of ridge parts adjacent to the dynamic pressure generating grooves is  $G > L$  at any radius (2) position, the rigidity to the tilting can be increased and the bearing loss torque can be reduced.

(57) 要約: 軸振れに対する耐傾斜剛性が大きく、かつ軸受ロストルクが小さいスラスト動圧軸受を実現する。軸受回転側部材に設けた回転側軸受面 (11) に中間屈曲部 (132) を有するヘリングボーン溝 (131) を設ける。回転側軸受面 (11) が方向 A (時計方向) に回転すると、潤滑油はヘリング

[続葉有]



WO 2006/049114 A1



RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書・説明書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

ボーン溝（１３１）の半径方向の外側部分（１３３）及び半径方向内側部分（１３４）に沿って中間屈曲部（１３２）を中心とした領域に動圧が発生する。動圧発生溝の溝幅Gと動圧発生溝に隣接する稜部の幅Lの関係を、任意の半径（２）の位置において、 $G > L$ とすることにより耐傾斜剛性を大きく、かつ軸受ロストルクを小さくしたスラスト動圧軸受を提供する。

## 明 細 書

スラスト動圧軸受およびこれを用いたスピンドルモータならびにこのスピンドルモータを用いた情報記録再生装置

## 技術分野

[0001] 本発明は、高速回転を円滑に行なう回転機械において、軸線方向の荷重支持を行なうスラスト動圧軸受に関する。特に回転軸振れに対する耐傾斜剛性が大きく、かつ軸受ロストルクが小さいスラスト動圧軸受、およびこのスラスト動圧軸受を用いたスピンドルモータ、ならびにこのスピンドルモータを用いた情報記録再生装置に関するものである。

## 背景技術

[0002] ハードディスク装置などの情報記録再生装置の記録メディアを回転させるスピンドルモータにおいて、ロータの軸線方向の荷重を支持するとともにロータの回転振れを抑制するための手段として、スパイラル溝や中間屈曲部を持つヘリングボーン溝によって動圧を発生するスラスト動圧軸受が種々提案されている(例えば、特開2001-173645号公報(第6項、図3)、以下特許文献1、特開2003-113837号公報(第7項、図1)、以下特許文献2、特開平10-73127号公報(第12項、図8)、以下特許文献3)。

[0003] 図12Aは従来のスラスト動圧軸受の原理的構成を示す。回転中心軸1の軸線方向に、潤滑油50が充填された微小すき間を介して対向する軸受回転側部材(ロータ)10の軸の軸受面11と軸受固定側部材20の軸受面21とで構成する。前記微小すき間の外周側には、潤滑油50と空気との気液境界面51を形成するシール部を設ける。軸受回転側部材10の軸受面11あるいは軸受固定側部材20の軸受面21の少なくともどちらか一方に、動圧発生溝30を形成する。また、動圧発生溝30隣接して稜部40を形成する。

[0004] 図12Bは従来のスラスト動圧軸受の別の原理的構成を示す。図12Aに示した構成と同様に、回転中心軸1の軸線方向に、潤滑油50が充填された微小すき間を介して対向する軸受回転側部材(ロータ)10の軸の軸受面11と軸受固定側部材20の軸受

面21とで構成する。前記微小すき間の外周側には、潤滑油50と空気との気液境界面51を形成するシール部を設ける。

- [0005] 動圧発生溝30の形状としては、図13に示すスパイラル溝35や図14に示すヘリングボーン溝31が知られている。凹部である動圧発生溝31、35と動圧発生溝とはほぼ同じ形状を成し凸部である稜部41、45が交互に所定のピッチで形成されている。溝幅Gと稜部幅Lの関係は $G=L$  (特許文献1)あるいは $G<L$  (特許文献2, 3)となっている。ここで、溝幅Gおよび稜部幅Lは、軸受面上に想定した任意半径の円2が、動圧発生溝31、35および稜部41、45と交わってできる円弧の長さあるいは円弧の角度である。
- [0006] なお、任意半径の円2に沿った動圧発生溝の横断面を図15A、図15Bに示す。動圧発生溝の形成に当たって、エッチング、コイニング、電解加工、放電加工などの方法を用いる場合は、図15Aに示すように、稜部41、45は一般に断面形状が台形を有し、稜部41、45のコーナCや、溝のコーナCには丸みをもたせることが多い。このような場合における稜部幅Lは、稜部の断面プロファイルが溝の深さHの1/2の標高線よりも高い領域を意味し、溝幅Gはこの標高線よりも低い領域を意味する。また、NC旋盤加工で動圧発生溝を形成した場合や、図15Aで形成した稜部の頂上部(TOP)を、さらに平面研削盤などを用いて平坦に加工した場合は、図15Bに示すように、稜部の頂上側コーナはシャープなエッジになりうる。このような場合における稜部幅Lは、稜部の頂上部の平坦部の幅とする。
- [0007] なお、電解加工や放電加工などで動圧発生溝を形成した場合の代表的なスラスト動圧溝は特許文献3等の図面に記載されている。その代表例を図16Aに示す。固定軸300(後述の図16Bに示す)に固定された固定側軸受部材320の上下には、凹部であるヘリングボーン溝331を設ける。ヘリングボーン溝331は電解加工などを用いて形成された場合、内周から外周にわたってほぼ同一の円周方向長さを有する。ヘリングボーン溝331に隣接する稜部341は電解加工による加工残し部として形成される。固定側軸受部材320の最内周部と最外周部は起動停止時に潤滑油がスラスト軸受部内部でスムーズに移動できるように、電解加工もしくは切削などによりヘリングボーン溝331と同様に円環状凹部350、351を構成する。この固定側軸受部材320

をスラスト軸受に用いた軸受部の要所断面図を図16B、図16Cに示す。図16Bはモータが停止した状態、図16Cはモータが定常回転している状態をそれぞれ示す。モータが停止している状態では、固定側軸受部材320の上面と、回転側スラスト板310とは接触している。一方、定常回転時には両者間で動圧が発生し、所定量だけ浮上離間する。ここで停止状態から回転状態に移行する際、もしくは回転状態から停止状態に移行する際には、方向353(白抜きの矢印)で示したように、ヘリングボーン溝331、円環状凹部350、351を経由して潤滑油がスラスト軸受の上下を行き来する。

- [0008]   ところで、近年の携帯情報端末機器の普及に伴い、それに搭載されるハードディスク装置などの情報記録再生装置には小型化・薄型化・低消費電力化が求められている。そのため情報記録再生装置の記録メディアを回転させるスピンドルモータは、薄型化、軸振れのない高精度回転の実現、低消費電力化が必須である。
- [0009]   従来の3.5型や2.5型といった比較的大型のハードディスク装置に用いられるスピンドルモータでは回転軸を長くすることができる。そこでラジアル動圧軸受を回転軸周りに上・下2段に配置し、回転軸を上下2点で支持することで、回転軸の傾斜を変動させて軸振れを発生させようとする外乱モーメントトルクに対する剛性(以下、耐傾斜剛性と呼ぶ)を確保していた。これに対して、1.8型以下の小型でかつ薄型のハードディスク装置用のスピンドルモータでは、薄型化のために回転軸を短くしなければならない。そのため、ラジアル動圧軸受を回転軸周りに上・下2段に配置することには困難が伴う。その結果、ラジアル動圧軸受で回転軸振れを抑えるための耐傾斜剛性を確保することが困難になる。
- [0010]   また、仮に上・下2段に配置できたとしても、ラジアル軸受における耐傾斜剛性は2つのラジアル軸受のピッチのほぼ2乗に比例する。これにより、特にドライブ厚み5mm以下に適用される薄型モータでは耐傾斜剛性は著しく小さくなる。
- [0011]   そこで、スラスト動圧軸受の耐傾斜剛性を高めて、ラジアル動圧軸受に代わってスラスト動圧軸受で回転軸振れを抑える必要が生じる。一方、低消費電力化のためには動圧軸受の軸受ロストルクを小さくしなければならない。すなわち、低消費電力で高回転精度の薄型スピンドルモータのスラスト動圧軸受には、従来のスラスト動圧軸受に対して、より一層の耐傾斜剛性の向上と軸受ロストルクの低減が求められる。

[0012] また、スラスト動圧溝の加工方法には、エッチング、コイニング、電解加工等が知られている。こうした方法によって、スラスト動圧溝を形成する時及びそれをモータに組み込むときには回転中心に対する偏心や溝幅のばらつきが必ず生じてしまう。ここで溝幅 $G$ および稜部幅 $L$ の比が1:1を設計中心のねらい目として設定すると、偏心ないし加工ばらつきによって、同一半径上でも $G:L$ の比がランダムに変動して、スラスト動圧溝の場所によっては $G > L$ であったり、 $G < L$ となったりする。このことは、潤滑油を動圧溝による楔効果によって所定の位置に集中させて圧力を発生する上において、その集中度合い(ポンプイン/ポンプアウト特性)が回転位相によって変化してしまうことにつながる。また $G:L=50:50$ の状態では、後述するように、耐傾斜剛性が最も弱いので、回転軸が傾斜しやすく、スラスト軸受近傍の潤滑油液面の高さ変動や液面振動を誘発することになる。特に起動時のように、スラスト軸受浮上量がゼロの状態から所定の浮上量に達するまでのような過渡的状态や、光ディスクドライブ用モータのように運転中に急激に回転速度が変動する場合、潤滑油がスラスト軸受の対向面の間で増減することになる。このとき $G:L$ の比が50:50に近く、かつスラスト動圧溝の場所もしくは回転位相によってランダムに分散していると、耐傾斜剛性が小さいので、回転軸が傾斜しやすく、位相によっては正常に潤滑油が供給排出されることが困難になる。これら液面振動の発生や、供給排出が正常に働かない状態が発生すると、スラスト軸受間に潤滑油が満たされず、その結果軸受内部に空気を巻き込んだり、潤滑油が軸受外に漏れたりする。このような現象は溝幅 $G$ のランダム変動成分 $\Delta G$ が $(G+L)$ に対して3%程度以上になると発生が顕著になることが実験的にわかった。このように軸受内部に空気を巻き込まれた軸受は、回転変動成分が現れる、あるいは軸受剛性が低下するという課題が発生すると共に、潤滑油が軸受外に漏れると軸受寿命が短くなるという不具合が発生する。

### 発明の開示

[0013] 本発明は、上記の不具合を克服するためになされたものである。軸受面に形成されたヘリングボーン溝あるいはスパイラル溝によって動圧を発生するスラスト動圧軸受において、従来の構成を大きく変えることのない簡易な構成を採用する。すなわち、従来のスラスト動圧軸受よりも大きな耐傾斜剛性を有し、かつ軸受ロストルクが小さい

スラスト動圧軸受を提供すると共に、溝幅Gがランダムに変動しても軸受内への空気の巻き込みや、潤滑油漏れを抑制することを目的とする。

[0014] さらに、このスラスト動圧軸受を用いた低消費電力で高回転精度の薄型スピンドルモータ、ならびにこのスピンドルモータを用いた低消費電力で信頼性の高い薄型の情報記録再生装置を提供することを目的とする。

[0015] なお、本発明での情報記録再生装置としては、HDD、VCR、光ディスク装置等のように記録媒体を含む。また、記録生素子を高速回転するモータ上に搭載した装置や、レーザビームを反射して所定の位置に可動照射させることで情報を記録もしくは再生するためポリゴンミラーをスピンドルモータ上に搭載した、レーザビームプリンタ、スキャナ装置、コピー機等も含む。すなわち情報を記録もしくは再生するための装置の中で、高速回転するモータを使用する装置等を含むものであるが、これに限定されるものではない。

[0016] 上記従来の不具合を克服するために、本発明のスラスト動圧軸受は、軸線方向に微小すき間を介して対向する軸受回転側部材の軸受面と軸受固定側部材の軸受面とを備える。微小すき間には潤滑油が充填され、軸受回転側部材の軸受面と軸受固定側部材の軸受面のうち一方に複数の動圧発生溝を形成する。軸受回転側部材が回転すると、動圧発生溝により潤滑油の動圧が誘起されることによって回転が保持されるスラスト動圧軸受である。動圧発生溝の溝幅Gと、動圧発生溝に隣接する稜部の幅Lの関係を $G > L$ としている。

[0017] また、本発明の別のスラスト軸受は、動圧発生溝の溝幅Gと、動圧発生溝に隣接する稜部の幅Lの比が $G > L$ とするのは、軸受回転側部材の軸受面と軸受固定側部材の軸受面とが微小すき間を介して対向する軸受面に設けられた動圧発生溝形成領域のうち80%以上の面積としている。

[0018] また、本発明の別のスラスト動圧軸受は、動圧発生溝はヘリングボーン形状を成している。

[0019] また、本発明の別のスラスト動圧軸受は、動圧発生溝はスパイラル形状を成している。

[0020] また、本発明のさらに別のスラスト動圧軸受では、動圧発生溝はヘリングボーン形

状を成し、動圧発生溝の溝幅Gと、動圧発生溝に隣接する稜部の幅Lの比を $G:L=65:35$ から $G:L=75:25$ としている。

[0021] また、本発明のさらに加えて別のスラスト動圧軸受では、動圧発生溝はスパイラル形状をなし、動圧発生溝の溝幅Gと、動圧発生溝に隣接する稜部の幅Lの比を $G:L=65:35$ から $G:L=80:20$ としている。

[0022] これらの構成により、本発明のスラスト動圧軸受は、従来のスラスト動圧軸受よりも耐傾斜剛性を大きくし、さらに、軸受ロストルクを小さくすることができる。また、積極的に溝幅Gを稜部幅Lよりも大きくすることで、加工誤差によるポンプイン／アウト特性への影響が抑制される。その結果、潤滑油の液面の位置変動や、空気の巻き込みが抑制されるという効果も生ずる。実験的には溝幅Gのランダム変動成分 $\Delta G$ が $(G+L)$ に対して6%程度に達しても発生が抑制される。

[0023] また、本発明にかかるスピンドルモータは上記いずれかに記載のスラスト動圧軸受を備えている。

[0024] また、本発明にかかる情報記録再生装置は上記のいずれかのスラスト動圧軸受を備えたスピンドルモータを搭載している。

#### 図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1はヘリングボーン溝のスラスト動圧軸受において、スラスト荷重が一定の場合の溝幅Gと稜部幅Lの比 $G:L$ と耐傾斜剛性の関係を表わす特性図である。  
[図2]図2はヘリングボーン溝のスラスト動圧軸受において、スラスト荷重が一定の場合の溝幅Gと稜部幅Lの比 $G:L$ と軸受ロストルクの関係を表わす特性図である。  
[図3]図3はヘリングボーン溝のスラスト動圧軸受において、スラスト荷重が一定の場合の溝幅Gと稜部幅Lの比 $G:L$ とスラスト軸受浮上量の関係を表わす特性図である。  
[図4]図4はスパイラル溝のスラスト動圧軸受において、スラスト荷重が一定の場合の溝幅Gと稜部幅Lの比 $G:L$ と耐傾斜剛性の関係を表わす特性図である。  
[図5]図5はスパイラル溝のスラスト動圧軸受において、スラスト荷重が一定の場合の溝幅Gと稜部幅Lの比 $G:L$ とロストルクの関係を表わす特性図である。  
[図6]図6はスパイラル溝のスラスト動圧軸受において、スラスト荷重が一定の場合の溝幅Gと稜部幅Lの比 $G:L$ とスラスト軸受浮上量の関係を表わす特性図である。



[図7A]図7Aは本発明の実施の形態1にかかるスラスト動圧軸受の軸受面のヘリングボーン溝のパターン図である。

[図7B]図7Bは本発明の実施の形態1にかかるスラスト動圧軸受の軸受面のヘリングボーン溝の別のパターン図である。

[図8A]図8Aは本発明の実施の形態2にかかるスラスト動圧軸受の軸受面のスパイラル溝のパターン図である。

[図8B]図8Bは本発明の実施の形態2にかかるスラスト動圧軸受の軸受面のスパイラル溝の別のパターン図である。

[図9]図9は本発明の実施の形態3にかかるスピンドルモータおよび情報記録再生装置の概略断面図である。

[図10]図10は本発明の実施の形態3にかかるスピンドルモータの動圧軸受部の断面の拡大図である。

[図11]図11は本発明の実施の形態3にかかる他の一例を示すスピンドルモータおよび情報記録再生装置の概略断面図である。

[図12A]図12Aは従来のスラスト動圧軸受の構成図である。

[図12B]図12Bは従来のスラスト動圧軸受の構成図である。

[図13]図13は従来のスラスト動圧軸受の軸受面のスパイラル溝のパターン図である。

[図14]図14は従来のスラスト動圧軸受の軸受面のヘリングボーン溝のパターン図である。

[図15A]図15Aは従来のスラスト動圧軸受の軸受面の任意半径の円2に沿った動圧発生溝の横断面図である。

[図15B]図15Bは従来のスラスト動圧軸受の軸受面の任意半径の円2に沿った動圧発生溝の他の例における横断面図である。

[図16A]図16Aは従来のスラスト動圧軸受の軸受面のヘリングボーン溝のパターン図である。

[図16B]図16Bは従来のモータ停止状態におけるスラスト軸受の軸受部要所断面図である。

[図16C]図16Cは従来のモータ回転状態におけるスラスト軸受の軸受部要所断面図

である。

### 符号の説明

- [0026]
- 1 回転中心軸
  - 2 任意半径の円
  - 10 軸受回転側部材
  - 11 回転側軸受面
  - 20 軸受固定側部材
  - 21 固定側軸受面
  - 30 動圧発生溝
  - 31 ヘリングボーン溝
  - 32 中間屈曲部
  - 35 スパイラル溝
  - 36 最内周部
  - 40 動圧発生溝に隣接する稜部
  - 41 ヘリングボーン溝に隣接する稜部
  - 45 スパイラル溝に隣接する稜部
  - 50 潤滑油
  - 51 気液境界面
  - 131 ヘリングボーン溝
  - 132 中間屈曲部
  - 133 半径方向外側部分
  - 134 半径方向内側部分
  - 135 スパイラル溝
  - 136 最内周部
  - 141 ヘリングボーン溝に隣接する稜部
  - 145 スパイラル溝に隣接する稜部
  - 201 回転中心
  - 202, 302 ロータ部

- 202a 中空円筒部
- 202b フランジ部
- 202c 外周面
- 202d 下端面
- 202e 回転側軸受部
- 202f 段差部
- 203 回転磁石
- 204 回転体
- 205 シャーシ
- 206 軸受固定側部材
- 206a 内周面
- 206b 上端面
- 206c 固定側軸受部
- 207 コイル
- 208 ステータコア
- 209 ステータ
- 210 固定軸
- 210a 段付面
- 210b 雌ねじ部
- 211 シールド板
- 212, 312 スピンドルモータ
- 214, 314 ディスク
- 215 ねじ
- 216 ディスク保持部材
- 217 カバー
- 217a 当接部
- 218 カバー固定ネジ
- 220 動圧軸受部

220a スラスト動圧軸受

220b ラジアル動圧軸受

221 ラジアル動圧軸受のヘリングボーン溝

### 発明を実施するための最良の形態

- [0027] 図1、図2および図3はそれぞれ、ヘリングボーン溝のスラスト動圧軸受を有限要素法で数値解析した結果である。スラスト荷重が一定の場合における溝幅Gと稜部幅Lの比、G:Lとスラスト動圧軸受の耐傾斜剛性、軸受ロストルクおよびスラスト軸受浮上量の関係を示す。なお、縦軸はG:L=50:50の場合の各値を1.0としたときの比で表わす。一方、図4、5および図6はスパイラル溝のスラスト動圧軸受を有限要素法で数値解析した結果である。ヘリングボーン溝の場合と同様に、それぞれ耐傾斜剛性、軸受ロストルクおよびスラスト軸受浮上量の関係を示す。図1から図3の計算に用いたヘリングボーン溝と、図4から図6の計算に用いたスパイラル溝の主要な寸法形状はともに溝本数10本、スラスト軸受けの最外径は5.5mm、最内径は3.6mm、溝の深さは10ミクロンである。
- [0028] 有限要素法に基づいた計算の結果、潤滑油の粘度が異なっても溝形状が変化しない限り図1から図6の特性図は変化しないことがわかった。また上記主要溝形状が変化した場合、特性に若干の変化が生ずるが、傾向に大きな変化は生じない。
- [0029] 図1から、ヘリングボーン溝のスラスト動圧軸受の耐傾斜剛性はG:L=50:50のとき最小となる。溝幅Gと稜部幅Lの差が大きくなるほど耐傾斜剛性が大きくなることがわかる。いま、スラスト軸受浮上量が同じ場合、溝幅Gが稜部幅Lよりも小さくなれば流路が狭くなり溝を流れる潤滑油の流量が減少する。このため発生する動圧が小さくなり軸受負荷容量が低下する。また、逆に溝幅Gが稜部幅Lよりも大きくなれば流路が広くなり潤滑油の流量は増える。しかし、潤滑油が十分に圧縮されないため発生する動圧が小さくなり軸受負荷容量が低下する。その結果、スラスト加重を一定にしたときのスラスト軸受浮上量は図3に示すようにヘリングボーン溝の場合はG:L=50:50の時に最大となる。ところで耐傾斜剛性やスラスト軸受のアキシャル方向の軸受剛性は浮上量にほぼ反比例する。従って最大浮上量を得るG:Lにおいて耐傾斜剛性は最小となる。

- [0030] ここで図4からスパイラル溝の場合も $G:L$ の値が変化すると耐傾斜剛性が変化することがわかる。ヘリングボーン溝の場合よりも溝幅 $G$ が稜部幅 $L$ よりも若干広い52:48程度で耐傾斜剛性が最大値に達する。このように溝形状によって最大値に達する $G:L$ の値が異なるのはヘリングボーン溝とスパイラル溝とで最大圧力発生場所が異なるために起因すると考えられる。ヘリングボーン溝の場合、半径方向の中央付近で折り返し部分がある。この折り返し部付近で最大圧力が発生する。一方スパイラル溝の場合、半径方向の最内周部が最大圧力発生部となる。このように発生圧力分布が異なるため、耐傾斜剛性が最大値に到達する、 $G:L$ は溝形状によって若干の差を生ずることになる。
- [0031] また、図2および図5から、溝幅 $G$ が大きくなるほどスラスト動圧軸受の軸受ロストルクは小さくなることがわかる。これは、溝幅 $G$ が大きくなることで流路が広くなって潤滑油が流れやすくなり、潤滑油の粘性による軸受面全体の平均的な剪断速度が低下し、摩擦抵抗が減少するためである。
- [0032] 図3および図6より、 $G \gg L$ または $G \ll L$ の場合、同じ大きさのスラスト荷重を支えるには、 $G \simeq L$ の場合よりもスラスト軸受浮上量が小さくして動圧を大きくさせて釣り合うようにしなければならない。前述のようにヘリングボーン溝の場合 $G=L$ のとき最大となる。またスパイラル溝の場合は53:47の時最大になる。そして両者とも溝幅 $G$ と稜部幅 $L$ の差が大きくなるほどスラスト軸受浮上量が小さくなる。
- [0033] すなわち、スラスト軸受浮上量が同じ場合、溝幅 $G$ が稜部幅 $L$ よりも小さくなれば流路が狭くなり溝を流れる潤滑油の流量が減少するため発生する動圧が小さくなり軸受負荷容量が低下する。また、逆に溝幅 $G$ が稜部幅 $L$ よりも大きくなれば流路が広くなり潤滑油の流量は増えるが、潤滑油が十分に圧縮されないため発生する動圧が小さくなり軸受負荷容量が低下する。
- [0034] そのため、 $G \gg L$ または $G \ll L$ の場合、同じ大きさのスラスト荷重を支えるには、 $G \simeq L$ の場合よりもスラスト軸受浮上量が小さくして動圧を大きくさせ軸受負荷容量を大きくしなければならない。
- [0035] ここで前述のようにスラスト軸受浮上量の変化は軸受の耐傾斜剛性に大きく影響する。スラスト荷重が一定の場合、原理的には軸受隙間が小さいほどスラスト軸受のア

キシャル剛性や耐傾斜剛性は大きくなる。従って、 $G \gg L$ または $G \ll L$ の場合は、スラスト軸受浮上量が小さくなるので、 $G \approx L$ の場合よりも耐傾斜剛性が大きくなる。

[0036] 以上のことから、従来のスラスト動圧軸受よりも耐傾斜剛性を大きくし、かつ軸受ロストルクを小さくするには、溝幅 $G$ を稜部幅 $L$ より大きくするほど良いということがわかる。ただし、過度に溝幅 $G$ を大きくすると特に高温時には潤滑油の粘度が低下することと相まってスラスト軸受浮上量が小さくなり過ぎる。軸受回転側部材の軸受面と軸受固定側部材の軸受面の接触が懸念される。また起動時に浮上するまで軸受回転側部材の軸受面と軸受固定側部材の軸受面は接触摺動するが、稜部幅 $L$ が過度に小さくなり、面圧が高くなる。これにより摺動摩耗が進行することが考えられる。つまり、耐傾斜剛性を大きくし、かつ軸受ロストルクを小さくするためには、溝幅 $G$ が過度に大きくならない範囲で溝幅 $G$ を稜部幅 $L$ より大きくすれば良いということである。

[0037] いま、溝幅 $G$ を大きくすることによるスラスト軸受浮上量の減少を約10%まで許容し、耐傾斜剛性の向上および軸受ロストルクの低減の効果を少なくとも2%以上期待するものとする。図1、図2および図3から、ヘリングボーン形状の動圧溝の場合、望ましい溝幅 $G$ と稜部幅 $L$ の適正範囲は $G:L=65:35$ から $G:L=75:25$ までとなる。

[0038] またスパイラル形状の動圧溝の場合、図4、図5および図6およびスパイラル溝内周部側の稜部幅 $L$ の加工上のばらつき精度も加味して、望ましい溝幅 $G$ と稜部幅 $L$ の適正範囲は $G:L=65:35$ から $G:L=80:20$ まで、さらに望ましくは $G:L=65:35$ から $G:L=75:25$ までとなる。

[0039] なお、 $G > L$ であるのは、軸受面に設けられ、潤滑油と協働して動圧を発生する動圧発生溝の形成領域のうち70%以上、望ましくは80%以上、さらに望ましくは90%以上の面積で成立していれば上記効果が生ずる。

[0040] ただし、ここでいう軸受面とは、モータが停止し浮上量がゼロの状態において、軸受回転側部材と軸受固定側部材とのすき間が5ミクロン以下の領域をいう。それよりもすき間が大きい部分は除外して考える。また、このすき間とは、動圧発生溝(凹部)に対して円周方向に隣接した稜部の部分と、それに対向する他方の軸受部材との間のアキシャル方向隙間をいう。

[0041] なお、動圧発生溝の形成領域は上記停止時のすき間が5ミクロン以下の領域全体

を指すのではない。この停止時のすき間が5ミクロン以下の領域のうち動圧発生溝が実際に形成されている領域のみを指す。従って、停止時のすき間が5ミクロン以上になる領域に動圧発生溝の延伸部があったとしてもその部分は考慮に入れないものとする。

- [0042] また、G:Lは必ずしもすべての領域で一定である必要はなく、回転位相方向に規則性を持って複数種類のG:L(ただし $G > L$ )となる溝形状を有したものであればよい。さらには半径方向位置に応じてG:L(ただし $G > L$ )を変えたものであってもよい。このような構成の場合、ヘリングボーン溝では望ましくは $G:L = 65:35$ から $G:L = 75:25$ までの範囲にするのがよい。またスパイラル溝では $G:L = 65:35$ から $G:L = 80:20$ 、さらに望ましくは $G:L = 65:35$ から $G:L = 75:25$ までの範囲にするのがよい。
- [0043] さらに、耐傾斜剛性が向上することにより、溝幅Gがランダムに変動しても、回転軸の傾斜変動の抑制能力が向上するので、潤滑油の液面の位置変動や、空気の巻き込みが抑制される。従って、動圧発生溝の精度をゆるめても信頼性を維持することが可能になる。
- [0044] また、本発明のスピンドルモータは、上記で説明したスラスト動圧軸受を備えた構成を有する。この構成により、低消費電力で回転軸振れが小さく回転精度を高め、かつ信頼性が高く低コストを実現し、かつ薄型のスピンドルモータを実現することができる。
- [0045] また、本発明の情報記録再生装置は、前記スピンドルモータを搭載する構成を有する。この構成により、低消費電力で信頼性の高い情報記録再生装置を安価に実現することができる。機器の小型化・薄型化を図ることができる。
- [0046] 本発明のスラスト動圧軸受によれば、動圧発生溝の溝幅Gを前記動圧発生溝に隣接する稜部の幅Lよりも大きくする( $G > L$ )ことで、回転軸振れに対する耐傾斜剛性が増大して高精度回転が可能となり、かつ軸受ロストルクを小さくすることが可能になるという優れた効果を奏する。
- [0047] また、回転軸が短いため、ラジアル動圧軸受のみで回転軸振れに対する耐傾斜剛性を確保するのが困難な、薄型(特にドライブ厚み5mm以下となる1型以下)のハードディスク用スピンドルモータにおいて、このようなスラスト動圧軸受を用いることが効

果的である。これによって、ラジアル動圧軸受に頼ることなく耐傾斜剛性を大きくでき、薄型で回転精度の高いスピンドルモータが実現できる。さらには、軸受ロストルクが小さくなるため、低消費電力化も実現できる。また、動圧発生溝の精度を従来よりもゆるめても信頼性を損なうことがないので、コストダウンをはかることが可能になる。

[0048] また、このスピンドルモータを搭載することにより、情報記録再生装置の低消費電力化、小型・薄型化を安価に実現することができるという大きな効果を奏する。特に、1型以下の小型かつ薄型のハードディスク装置に大きな効果を有する。1型以下のハードディスク装置を用いた情報記録再生装置は、使用者が携帯して使用されることが多くなるので、従来の軸受構造を採用したハードディスク装置に比して、軸受部への空気の巻き込み、及び軸受からの潤滑油の漏れが少なくなり、高い信頼性を得ることができるという大きな効果を奏する。

[0049] さらに、このスピンドルモータを搭載することにより、レーザビームプリンタなどオフィスなどでほぼ1日中稼働状態に置かれる情報記録再生装置の低消費電力化、高信頼性を得ることができるという大きな効果を奏する。

[0050] 以下、本発明の実施の形態について、図7A、図7Bから図11までを参照しながら説明する。なお、従来例を示す図12A、図12Bから図16Cまでと同様の構成をなすものには同一の符号を付けて説明する。

[0051] (実施の形態1)

図7Aは本発明の実施の形態1にかかるスラスト動圧軸受を示す。

[0052] 実施の形態1では軸受面11に形成された中間屈曲部132を有するヘリングボーン溝131の溝幅Gと、前記動圧発生溝に隣接する稜部の幅Lの関係を $G > L$ とした点で従来例とは異なる。それ以外の基本的な構成は従来例を示す図12から図16と同様である。

[0053] すなわち、回転中心軸1の軸線方向に、潤滑油50が充填された微小すき間を介して対向する軸受回転側部材(ロータ)10の軸受面11と軸受固定側部材20の軸受面21とで構成する。前記微小すき間の外周側には、潤滑油50と空気との気液境界面51を形成するシール部を設ける。図7Aに示すように、軸受回転側部材10の軸受面11には動圧発生用の中間屈曲部132を持つ複数のヘリングボーン溝131と、前記動



圧発生溝と同じ形状の稜部141が交互に所定のピッチで、さらに溝幅Gと稜部幅Lの関係が $G > L$ となるように形成する。この時、半径方向における溝幅Gと稜部幅Lの比 $G:L$ の許容範囲は、任意の半径方向2の位置において $G > L$ であれば良い。

[0054] なお、ヘリングボーン溝131の溝幅Gとヘリングボーン溝131に隣接する稜部の幅Lの関係を $G:L=65:35$ から $G:L=75:25$ の範囲としている。半径方向において溝幅Gと稜部幅Lの比 $G:L$ が変化する場合も、 $G:L=65:35$ から $G:L=75:25$ の範囲内にあるものとする。このように構成されたスラスト動圧軸受では、軸受面11が方向Aに回転すると、潤滑油はヘリングボーン溝131の半径方向の外側部分133と同内側部分134に沿って中間屈曲部132に向かって流れる。このため、中間屈曲部132を中心とした領域に動圧が発生する。この動圧がスラスト荷重に対抗して軸受回転部材10を軸線方向に持ち上げて非接触状態で回転を保持する。すでに図1から図3を用いて説明した理由により、従来のスラスト動圧軸受よりも大きな耐傾斜剛性を得ることができ、かつ軸受ロストルクは小さくなる。

[0055] なお、上記の説明では、軸受回転側部材10の軸受面11にヘリングボーン溝131を形成し、軸受固定側部材20の軸受面21を平滑面とした。本発明はこれに限定されるものではなく、軸受固定側部材20の軸受面21にヘリングボーン溝131を形成し、軸受回転側部材10の軸受面11を平滑面としても良い。

[0056] また、 $G:L$ は軸受面上で1つの値に固定される必要はない。複数種類の組み合わせを規則的に配置した構成であってもよい。例えば2種類の溝幅GおよびG'と2種類の稜部幅LおよびL'の関係が、 $G > L$ 、 $G > L'$ 、 $G' > L$ 、 $G' > L'$ となり、さらに溝幅と稜部幅の比 $G:L$ および $G':L'$ が65:35から75:25の範囲にあるそれぞれ2種類の溝と稜部を交互に配置してもよい。

[0057] なお、本発明は動圧発生溝の領域全体において、 $G > L$ である必要はない。動圧発生溝の形成領域のうち80%以上、さらに望ましくは90%以上の面積で成立していればよい。例えば、軸受回転側部材と軸受固定側部材のいずれかが、加工精度などの影響で反りを生じて、停止時に内周部のみが接触して外周側はすき間が生ずるようなことが考えられる場合、起動時は内周部側で長時間接触摺動しながら回転数が増大して最終的に浮上することになる。

- [0058] このときに、内周部の稜部幅 $L$ が小さいと、金属接触している間の面圧が高くなって、摩耗や焼き付きを生ずるおそれがある。従って、内周部の稜部幅 $L$ を大きくすることによって起動時の金属接触部の面圧を抑制することが考えられる。そのために、半径方向の外周から中央部にかけでは、 $G:L=75:25$ とし、内周部付近では $G \leq L$ としてもよい。
- [0059] また逆のパターンとして、半径方向の内周からその中央部にかけでは、 $G:L=65:35$ として、最外周部を $G \leq L$ としても本発明の目的を達成することが可能である。
- [0060] また、図7Aでは中間屈曲部132の内周側と外周側の溝本数が同一である場合を示した。しかし、図7Bに示すように、外周側の溝本数を多くして、内周側の溝本数を少なくしてもよい。図7Bにおいては、中間屈曲部の近傍で内周側は局所的に $G:L$ の値が変化している。これによってたとえば $G:L$ を半径方向の大半にわたって同一としても、最内周部の稜部の円周方向長さが小さくなりすぎることを防止することができる。これにより、起動時の金属接触時の面圧上昇を低減することができる。なお、図面上では外周側の溝本数を10、内周側の溝本数を5としたが、これに限定されない。
- [0061] (実施の形態2)
- 図8Aは実施の形態2にかかる本発明のスラスト動圧軸受を示す。
- [0062] 実施の形態2では回転側軸受面11に形成されたスパイラル溝135の溝幅 $G$ と、前記動圧発生溝に隣接する稜部の幅 $L$ の関係を $G > L$ とした点で異なる。それ以外の基本的な構成は従来例を示す図12および図14と同様である。
- [0063] すなわち、回転中心軸1の軸線方向に、潤滑油50が充填された微小すき間を介して対向する軸受回転側部材(ロータ)10の軸受面11と軸受固定側部材20の軸受面21とで構成する。前記微小すき間の外周側には、潤滑油50と空気との気液境界面51を形成するシール部を設ける。図8Aに示すように、軸受回転側部材10の軸受面11には複数の動圧発生用のスパイラル溝135と、前記動圧発生溝と同じ形状の稜部145が交互に所定のピッチで、さらに溝幅 $G$ と稜部幅 $L$ の関係が $G > L$ となるように形成されている。この時、半径方向における溝幅 $G$ と稜部幅 $L$ の比 $G:L$ の変化は許容され、任意の半径方向2の位置において $G > L$ の条件を満たせばよい。
- [0064] なお、スパイラル溝135の溝幅 $G$ とスパイラル溝135に隣接する稜部の幅 $L$ の関係

を $G:L=65:35$ から $G:L=80:20$ の範囲としている。半径方向において溝幅 $G$ と稜部幅 $L$ の比 $G:L$ が変化する場合も、 $G:L=65:35$ から $G:L=80:20$ の範囲内にあるものとする。

- [0065] また、図4、図5および図6はそれぞれ、スパイラル溝のスラスト動圧軸受を有限要素法で数値解析した結果である。スラスト荷重が一定の場合における溝幅 $G$ と稜部幅 $L$ の比 $G:L$ とスラスト動圧軸受の耐傾斜剛性、軸受ロストルクおよびスラスト軸受浮上量の関係を示している。なお、縦軸は $G:L=50:50$ の場合の各値を1.0としたときの比で表わす。
- [0066] このように構成されたスラスト動圧軸受では、軸受面11が方向Aに回転すると、潤滑油はスパイラル溝135に沿って最内周部136に向かって流れる。このとき、最内周部136を中心とした領域に動圧が発生する。この動圧がスラスト荷重に対抗して軸受回転部材10を軸線方向に持ち上げて非接触状態で回転を保持する。すでに図1から図3を用いて説明した理由と同じ理由により、従来のスラスト動圧軸受よりも大きな耐傾斜剛性を得ることができ、かつ軸受ロストルクを小さくすることができる。
- [0067] なお、上記の説明では、軸受回転側部材(ロータ)10の軸受面11にスパイラル溝135を形成し、軸受固定側部材20の軸受面21を平滑面とした。本発明はこれに限定されるものではなく、軸受固定側部材20の軸受面21にスパイラル溝135を形成し、軸受回転側部材(ロータ)10の軸受面11を平滑面としても良い。
- [0068] なお、上記の説明では $G:L=65:35$ から $G:L=80:20$ とした。さらに望ましくは $G:L=65:35$ から $G:L=75:25$ とするのが良い。
- [0069] また、 $G:L$ は軸受面上で1つの値に固定される必要はなく、複数種類の組み合わせを規則的に配置した構成であってもよい。例えば2種類の溝幅 $G$ および $G'$ と2種類の稜部幅 $L$ および $L'$ の関係が、 $G>L$ 、 $G>L'$ 、 $G'>L$ 、 $G'>L'$ となるように配置する。
- [0070] さらに溝幅と稜部幅の比 $G:L$ および $G':L'$ が $65:35$ から $80:20$ の範囲に、さらに望ましくは $65:35$ から $75:25$ の範囲にあるそれぞれ2種類の溝と稜部を交互に配置してもよい。
- [0071] なお、本発明は動圧発生溝の領域全体において、 $G>L$ である必要はない。動圧

発生溝の形成領域のうち70%以上、望ましくは80%以上、さらに望ましくは90%以上の面積で成立していればよい。例えば、軸受回転側部材と軸受固定側部材のいずれかが、加工精度などの影響で反りを生じて、停止時に内周部のみが接触して外周側はすき間が生ずるようなことが考えられる場合、起動時は内周部側で長時間接触摺動しながら回転数が増大して最終的に浮上することになる。このときに、内周部の稜部幅Lが小さいと、金属接触している間の面圧が高くなって、摩耗や焼き付きを生ずるおそれがある。従って、内周部の稜部幅Lを大きくすることによって起動時の金属接触部の面圧を抑制してやるとよい。そのために、半径方向の外周から中央部にかけては $G:L=80:20$ 、さらに望ましくは $75:25$ とする。内周部の付近は $G \leq L$ としてもよい。また逆のパターンとして、半径方向の内周から中央部にかけては $G:L=65:35$ とする。最外周部のみを局所的に $G \leq L$ としても本発明の目的を達することが可能である。

[0072] また、図8Aでは内周側と外周側の溝本数が同一である場合を示した。図8Bに示すように、外周側の溝本数を多くして、内周側の溝本数を少なくしてもよい。同図においては、半径方向の中央部で局所的に $G:L$ の値が変化している。これによってたとえば $G:L$ を半径方向の大半にわたって同一としても、最内周部の稜部の円周方向長さが小さくなりすぎることを防止することができるので、起動時の金属接触時の面圧上昇を低減することができる。

[0073] (実施の形態3)

図9から図11は、本発明の実施の形態3にかかるスピンドルモータ及び情報記録再生装置を示す。

[0074] 図9は、本発明の実施の形態3にかかる、スピンドルモータおよび情報記録再生装置の構成を説明するための回転中心201の軸心を含む平面で断面にした主要部の概略断面図である。なお、図示される情報記録再生装置はハードディスク装置や光ディスク装置などのディスク装置に本発明にかかる動圧スラスト軸受、スピンドルモータが採用された一例を示す。

[0075] 図9において、回転中心201の周りに回転するロータ部202は、回転中心201近傍において中空円筒部202a及びフランジ部202bを有する。また、中空円筒部202a

の外周面202cおよびフランジ部202bの下端面202dで動圧軸受の回転側軸受部202eが形成されている。

[0076] また、ロータ部202のフランジ部202bの外周側の下面には複数の磁極に着磁された回転磁石203が圧入あるいは接着その他の方法により固着され、ロータ部202及び回転磁石203からなる回転体204を構成している。

[0077] 回転体204を構成するロータ部202の中空円筒部202aの内周面は、その内径がロータ部202のフランジ部202b側において大きい。かつ、シャーシ205側においては、小さくなるように少なくとも2つの異なる内径を有する。フランジ部202b側における内周面とシャーシ205側における内周面を接続する段差面202fが回転中心201の軸方向に略垂直な形状となるように形成されている。

[0078] 一方、ロータ部202の回転側軸受部202eに対応して、その内周面206aと上端面206bで動圧軸受の固定側軸受部206cが形成された軸受固定側部材206が圧入、接着あるいは溶接その他の周知の方法によりシャーシ205に固着されている。また、コイル207がステータコア208の複数の磁極歯部に巻回されて構成されたステータ209の複数の磁極歯部先端部の内周面がロータ部202に固着された回転磁石203の外周面に対向するようにして、ステータ209がシャーシ205に固着されている。

[0079] また、その軸心を回転中心201に略一致させ、かつ、ロータ部202の中空円筒部202aの中空部分を、すき間を有して通るように、固定軸210がシャーシ205に圧入あるいは接着等の方法により固着されている。

[0080] また、ステータ209からの漏洩磁束を磁氣的に遮蔽するシールド板211がシャーシ205に固着され、スピンドルモータ212を形成している。

[0081] 固定軸210は、シャーシ205側においてその外周面の外径が小さい。シャーシ205側とは反対側においては、その外周面の外径が大きくなるような段付軸形状を有し、シャーシ205側における外径がロータ部202の円筒部202aの内周面のシャーシ205側における内径よりも小さい。シャーシ205側とは反対側における外径がロータ部202のフランジ部202b側における内周面の内径よりも小さく形成されている。シャーシ205側における外径が小さい方の外周面とシャーシ205側とは反対側の外径が大きい方の外周面とを接続する段付面210aは回転中心201の軸方向に略垂直な面と

なるような形状を有する。

- [0082] そして、ロータ部202の中空円筒部202aのフランジ部202b側における内周面とシャーシ205側における内周面を接続する段差面202fと固定軸210の段付面210aが、非常に小さな所定のすき間を有して対向するようにシャーシ205に固定されている。
- [0083] また、シャーシ205側とは反対側にある固定軸210の端部の中心部には、雌ねじ部210bが形成されている。
- [0084] また、ロータ部202のフランジ部202bの上面には、表面に記録媒体(図示せず)が形成されたディスク214が載置され、ねじ215により固定されたディスク保持部材216の弾性力によりディスク214をロータ部202のフランジ部202bの上面に押圧固定し、ロータ部202の回転に伴ってディスク214が回転可能に構成されている。
- [0085] なお、周知の方法によりディスク214に形成された記録媒体に記録再生する信号変換素子(図示せず)を所定のトラック位置に位置決めする揺動手段(図示せず)を介して信号変換素子がディスク214に対向して配設されている。
- [0086] また、ディスク214に形成される記録媒体は、ディスク214の上下両面に形成してもよい。こうした構成下においては、信号変換素子および揺動手段はディスク214の上下面に形成されたそれぞれの記録媒体に対応させる構成となる。
- [0087] さらに、固定軸210の雌ねじ部210bに対応した位置においてカバー217に貫通穴を設ける。カバー217の当接部217aの下端面に、固定軸210の上端面を当接させて、カバー固定ネジ218をカバー217の貫通穴を介して固定軸210の雌ねじ部210bにねじ止めし、カバー217を固定軸210に固定する。
- [0088] 一方、カバー217の周縁部においてカバー217をシャーシ205、あるいは筐体(図示せず)等にねじ止め等により固定保持する。ディスク214、信号変換素子、揺動手段、スピンドルモータ212およびカバー217等からなるディスク装置を構成している。なお、カバー217と固定軸210は必ずしもねじ止めしなくても良い。
- [0089] 次に、動圧軸受部の構成について詳しく説明する。
- [0090] 図10は、スピンドルモータの動圧軸受部220およびその周辺の拡大略断面図である。

- [0091] 図10において、ロータ部202の回転側軸受部202eと固定側軸受部206cがそれぞれ対向する面の間に、例えばエステル系合成油のような潤滑油50を充填して、ロータ部202の中空円筒部202aの外周面202cとそれに対向する軸受固定側部材206の内周面206aとの間でラジアル動圧軸受220bを構成している。また、ロータ部202のフランジ部202bの下端面202dとそれに対向する軸受固定側部材206の上端面206bとの間でスラスト動圧軸受220aを構成する。
- [0092] 図10において、ラジアル動圧軸受220bには動圧発生溝として、ヘリングボーン溝221が、固定側軸受部206cである軸受固定側部材206の内周面206aに形成されている。これに対向する回転側軸受部202eであるロータ部202の中空円筒部202aの外周面202cは平滑面となっている。
- [0093] また、スラスト動圧軸受220aには、動圧発生用の中間屈曲部132を有する複数のヘリングボーン溝131と、前記動圧発生溝と同じ形状の稜部(図示せず)が交互に所定のピッチで、さらに溝幅Gと稜部幅Lの関係が $G > L$ となるように固定側軸受部206cである軸受固定側部材206の上端面206bに形成されている。なお、ヘリングボーン溝131の溝幅Gと、ヘリングボーン溝131に隣接する稜部の幅Lの関係は、 $G:L = 65:35$ から $G:L = 75:25$ の範囲内にある。
- [0094] また、動圧発生溝が形成された固定側軸受部206cである軸受固定側部材206の上端面206bに対向する回転側軸受部202eであるロータ部202のフランジ部202bの下端面202dは平滑面である。
- [0095] このように構成されたスピンドルモータ212の動圧軸受部220において、ロータ部202の回転側軸受部202eが回転すると、動圧発生溝によって動圧が誘起されロータ部202の回転が非接触状態で保持される。このとき、スラスト動圧軸受220aでは、すでに図1から図3を用いて説明した理由により、従来のスラスト動圧軸受よりも大きな耐傾斜剛性を得ることができる。このため、ロータ部202は回転振れが抑制されて高い回転精度で回転することができる。さらに、従来のスラスト動圧軸受よりも軸受ロストルクが小さいため、スピンドルモータ212の消費電力が小さくなる。また、スラスト動圧軸受220aで大きな耐傾斜剛性を得ることができるため、ラジアル動圧軸受220bの軸線方向長さを小さくすることが可能となる。スピンドルモータ212の薄型化を図るこ

とができる。さらにはディスク装置をはじめとする情報記録再生装置の薄型化を図ることができる。

[0096] このように、スラスト動圧軸受220aの動圧発生溝の溝幅Gと、前記動圧発生溝に隣接する稜部の幅Lの関係を $G < L$ とするならば、高い回転精度を持つ低消費電力の薄型スピンドルモータを実現することができる。さらには、携帯情報端末に適した高い信頼性を持つ低消費電力の薄型のディスク装置をはじめとする情報記録再生装置を実現することができる。

[0097] なお、上記の説明においてラジアル動圧軸受220bには、固定側軸受部206cである軸受固定側部材206の内周面206aに動圧発生溝であるヘリングボーン溝221を形成した。また、回転側軸受部202eであるロータ部202の中空円筒部202aの外周面202cを平滑面とするように説明した。これに限ることはなく、固定側軸受部206cである軸受固定側部材206の内周面206aを平滑面とし、回転側軸受部202eであるロータ部202の中空円筒部202aの外周面202cに動圧発生溝であるヘリングボーン溝221を形成してもよい。

[0098] また、上記の説明においてスラスト動圧軸受220aは、固定側軸受部206cである軸受固定側部材206の上端面206bに動圧発生溝であるヘリングボーン溝131を形成した。また、回転側軸受部202eであるロータ部202のフランジ部202bの下端面202dを平滑面とするように説明した。しかし、これに限ることはなく、固定側軸受部206cである軸受固定側部材206の上端面206bを平滑面とする。また、回転側軸受部202eであるロータ部202のフランジ部202bの下端面202dに動圧発生溝であるヘリングボーン溝131を形成してもよい。

[0099] また、上記の説明において、スラスト動圧軸受220aの動圧発生溝を溝幅Gと前記動圧発生溝に隣接する稜部の幅Lの関係が $G > L$ であるヘリングボーン溝131とするように説明した。しかし、これに限ることはなく、スラスト動圧軸受220aの動圧発生溝を溝幅Gと前記動圧発生溝に隣接する稜部の幅Lの関係が、 $G > L$ である関係を満たすスパイラル溝としてもよい。

[0100] また、実施の形態3においては、1枚のディスクが搭載されるスピンドルモータおよびディスク装置について説明した。しかし、図11に示すように、周知の方法により、ロ



ータ部302に複数のディスク314が搭載できるように構成してスピンドルモータ312を形成し、複数のディスク314が搭載されたディスク装置を構成してもよい。

[0101] さらに、本発明はディスク装置用のモータなどに限定されるものではない。例えばビデオカセットレコーダ用の回転ヘッドモータや、レーザビームプリンタやイメージスキャナ、コピー機等に使用されるポリゴンミラー駆動用モータ、更にこれらのモータを搭載して、情報を記録、もしくは再生する情報記録再生装置などにも適用することができる。

[0102] なお、図9、10、11において、スラスト軸受部は略円筒形状をなす軸受固定側部材の上面と、ロータ部の下面との間に配設した構成を例示した。本発明はこれに限定されるものではない。例えば固定軸に円環状のスラストフランジを固定し、ここに回転スリーブを対向配置した構成であってもよい。また、スラストプレートによって一端を閉塞して袋状とした固定側軸受部材に、その下端を平坦にした回転軸を挿入して、スラストプレートと回転軸下端との間でスラスト軸受を構成したものなど軸受の全体構成には左右されないものである。

#### 産業上の利用可能性

[0103] 本発明にかかるスラスト動圧軸受は、耐傾斜剛性が大きく回転精度が高い、さらに軸受ロストルクが小さいという優れた特徴を有しており、携帯情報端末機器に搭載される小型・薄型の情報記録再生装置の記録メディアを回転させる薄型スピンドルモータのスラスト動圧軸受として有用であるので、その産業上の利用可能性は高い。

## 請求の範囲

- [1] 軸線方向に微小すき間を介して対向する軸受回転側部材の軸受面と軸受固定側部材の軸受面とを備え、前記微小すき間には潤滑油が充填され、前記軸受回転側部材の軸受面と前記軸受固定側部材の軸受面のうち少なくとも一方に複数の動圧発生溝が形成されており、前記軸受回転側部材が回転すると、前記動圧発生溝により潤滑油の動圧が誘起されることによって回転が保持されるスラスト動圧軸受であって、前記動圧発生溝の溝幅 $G$ と、前記動圧発生溝に対して円周方向に隣接する稜部の幅 $L$ との関係を $G > L$ としたことを特徴とするスラスト動圧軸受。
- [2] 前記動圧発生溝の溝幅 $G$ と、前記動圧発生溝に対して円周方向に隣接する稜部の幅 $L$ との関係が $G > L$ であるのは、前記軸受面に設けた動圧発生溝が形成された領域のうち、80%以上の面積であることを特徴とする請求項1に記載のスラスト動圧軸受。
- [3] 前記動圧発生溝はヘリングボーン形状をなすことを特徴とする請求項1または2に記載のスラスト動圧軸受。
- [4] 前記動圧発生溝はスパイラル形状をなすことを特徴とする請求項1または2に記載のスラスト動圧軸受。
- [5] 前記動圧発生溝の溝幅 $G$ と、前記動圧発生溝に対して円周方向に隣接する稜部の幅 $L$ の関係を $G:L=65:35$ から $G:L=75:25$ としたことを特徴とする請求項3に記載のスラスト動圧軸受。
- [6] 前記動圧発生溝の溝幅 $G$ と、前記動圧発生溝に対して円周方向に隣接する稜部の幅 $L$ の関係を $G:L=65:35$ から $G:L=80:20$ としたことを特徴とする請求項4に記載のスラスト動圧軸受。
- [7] 請求項1から6までのいずれか1項に記載のスラスト動圧軸受を備えたスピンドルモータ。
- [8] 請求項7に記載のスピンドルモータを搭載することを特徴とする情報記録再生装置。

## 補正書の請求の範囲

[2006年3月28日(28.03.06)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1、3、4、7及び8は補正された；出願当初の請求の範囲2は取り下げられた；新しい請求の範囲9及び10が加えられた；他の請求の範囲は変更なし。]

- [1] (補正後) 軸線方向に微小すき間を介して対向する軸受回転側部材の軸受面と軸受固定側部材の軸受面とを備え、前記微小すき間には潤滑油が充填され、前記軸受回転側部材の軸受面と前記軸受固定側部材の軸受面のうち少なくとも一方に複数の動圧発生溝が形成されており、前記軸受回転側部材が回転すると、前記動圧発生溝により潤滑油の動圧が誘起されることによって回転が保持されるスラスト動圧軸受であって、前記動圧発生溝の前記軸受回転側部材の回転円周方向における溝幅Gと前記動圧発生溝に対して円周方向に隣接する稜部の前記軸受回転側部材の回転円周方向における幅Lとの関係が $G > L$ であることを満たす領域が、前記軸受面に設けた動圧発生溝が形成された領域のうち、80%以上の面積であることを特徴とするスラスト動圧軸受。
- [2] (削除)
- [3] (補正後) 前記動圧発生溝はヘリングボーン形状をなすことを特徴とする請求項1に記載のスラスト動圧軸受。
- [4] (補正後) 前記動圧発生溝はスパイラル形状をなすことを特徴とする請求項1に記載のスラスト動圧軸受。
- [5] 前記動圧発生溝の溝幅Gと、前記動圧発生溝に対して円周方向に隣接する稜部の幅Lの関係を $G : L = 65 : 35$ から $G : L = 75 : 25$ としたことを特徴とする請求項3に記載のスラスト動圧軸受。
- [6] 前記動圧発生溝の溝幅Gと、前記動圧発生溝に対して円周方向に隣接する稜部の幅Lの関係を $G : L = 65 : 35$ から $G : L = 80 : 20$ としたことを特徴とする請求項4に記載のスラスト動圧軸受。
- [7] (補正後) 軸線方向に微小すき間を介して対向する軸受回転側部材の軸受面と軸受固定側部材の軸受面とを備え、前記微小すき間には潤滑油が充填され、前記軸受回転側部材の軸受面と前記軸受固定側部材の軸受面のうち少なくとも一方にヘリングボーン形状をなす複数の動圧発生溝が形成されており、前記軸受回転側部材が回転すると、前記動圧発生溝により潤滑油の動圧が誘起されることによって回転が保持されるスラスト動圧軸受であって、前記動圧発生溝の前記軸受回転側部材の回転円周方向における溝幅Gと前記動圧発生溝に対して円周方向に隣接する稜部の前記軸受回転側部材の回転円周方向における幅Lとの関係を、 $G : L = 65 : 35$ から $G : L = 75 : 25$ としたことを特徴とするスラスト動圧軸受。
- [8] (補正後) 軸線方向に微小すき間を介して対向する軸受回転側部材の軸受面と軸受固定側部材の軸受面とを備え、前記微小すき間には潤滑油が充填され、前記軸受回転側部材の軸受面と前記軸受固定側部材の軸受面のうち少なくとも一方にスパイラル形状をなす複数の動圧発生溝が形成されており、前記軸受回転側部材が回転すると、前記動圧発生溝により潤滑油の動圧が誘起されることによって回転が保持されるスラスト動圧軸受であって、前記動圧発生溝の前記軸受回転側部材の回転円周方向における溝幅Gと前記動圧発生溝に対して円周方向に隣接する稜部の前記軸受回転側部材の回転円周方向における幅Lとの関係を、 $G : L = 65 : 35$ から $G : L = 80 : 20$ としたことを特徴とするスラスト動圧軸受。
- [9] (追加) 請求項1から8までのいずれか1項に記載のスラスト動圧軸受を備えたスピンドルモータ。
- [10] (追加) 請求項1から8までのいずれか1項に記載のスラスト動圧軸受を備えたスピンドルモータを搭載することを特徴とする情報記録再生装置。

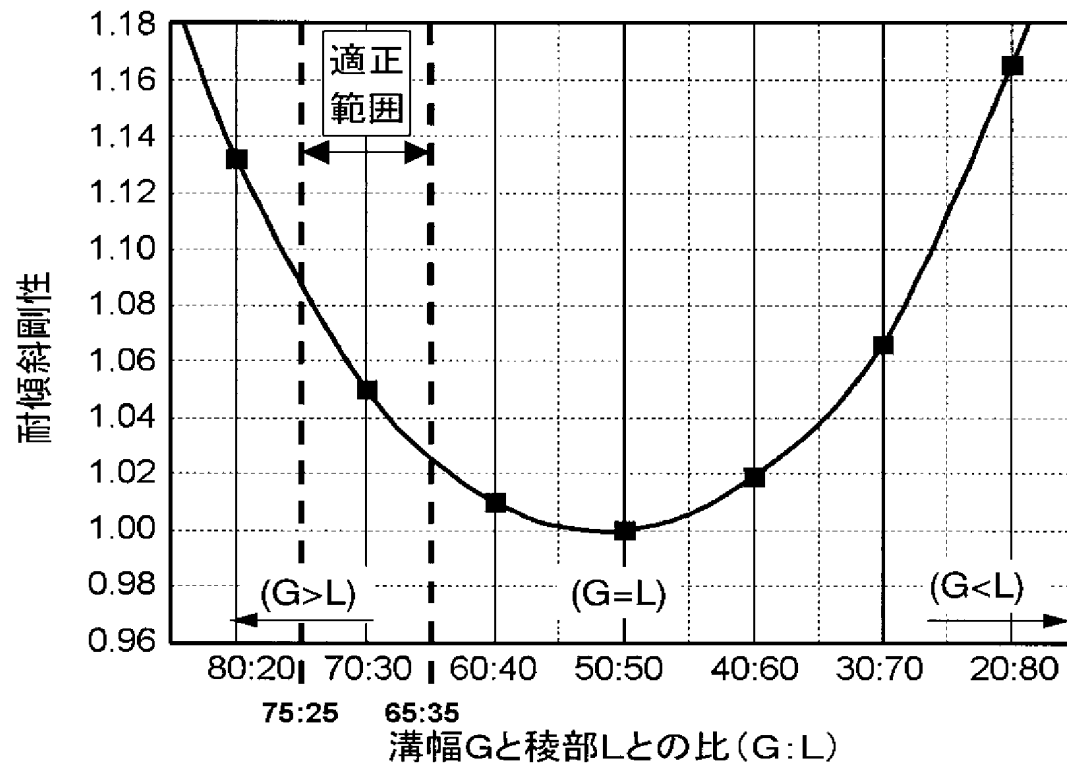
## 条約第 19 条 (1) に基づく説明書

本願発明は出願時の請求項 1, 3-4, 7-8 までを補正し、請求項 2 は取り下げず。また、請求項 9, 10 を今回あらたに追加する。また、今回の補正において、請求項 1, 7 及び 8 において、溝幅 G と稜部の幅 L は「回転円周方向における」ものであることをより明確にした。今回の補正の根拠は出願時の明細書、段落番号 0007 及び図 7A~図 8B の記載に基づく。

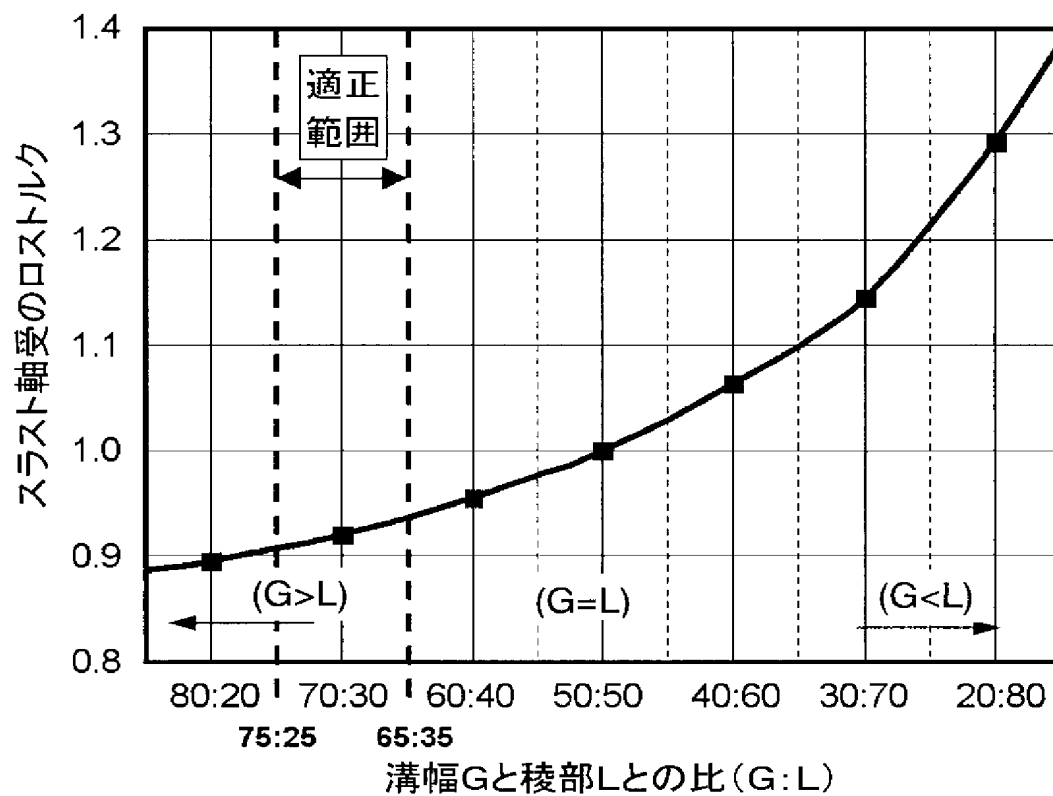
また、特開 2003-120660 号公報（以下、文献 1）には「溝幅 G とその隣の丘の幅 L との比を 2:1 から 1:5 であることを示唆している。しかし、溝の幅 G が稜部の幅 L よりも大きな領域が、動圧発生溝が形成された領域のうち 80% 以上の面積とすることについては開示もされていないし、示唆もされていない。

加えて、本願発明においては、溝の幅 G と稜部の幅 L は回転円周方向の幅として定義している。一方、文献 1 においては、その段落 0016, 0017 に定義されているように、溝及び丘の幅は、溝もしくは丘に内接する円の直径としている。すなわち、本願発明とは定義の対象が相違する。したがって、本願発明の溝の幅 G と稜部の幅 L との比 G:L と、文献 1 に開示された溝の幅と丘との比は互いに対象する箇所を異にしている。したがって、本願発明の G:L の数値範囲が文献 1 記載のものと重なるという、ご認定には到底承服することができない。

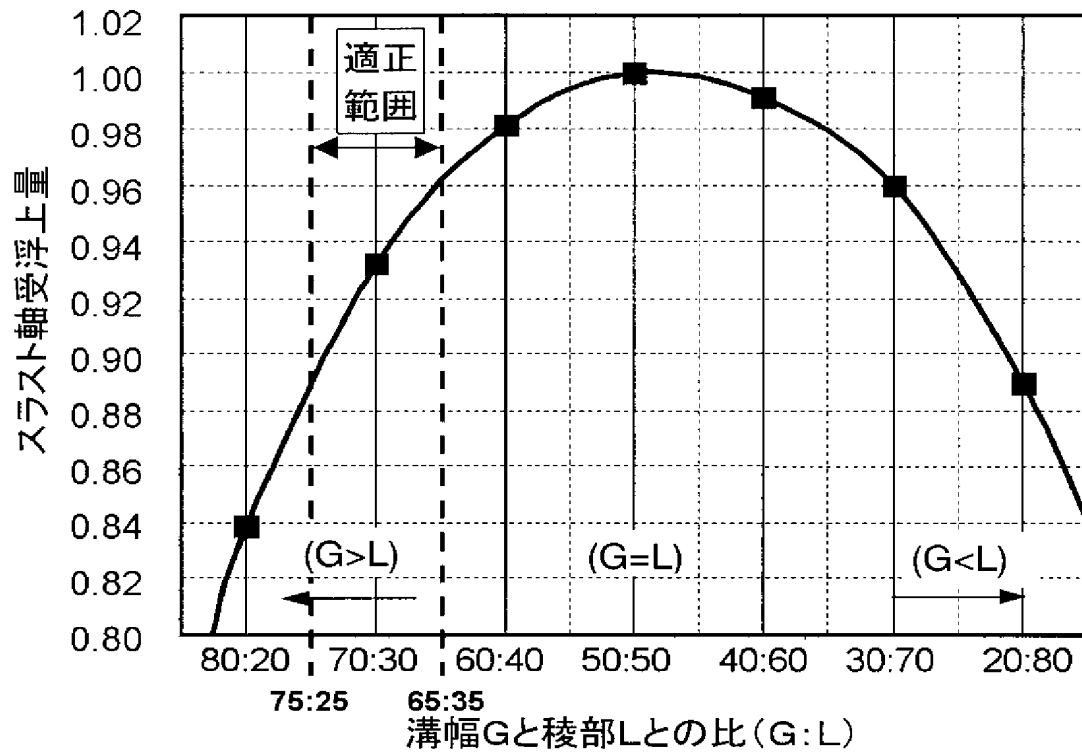
[図1]



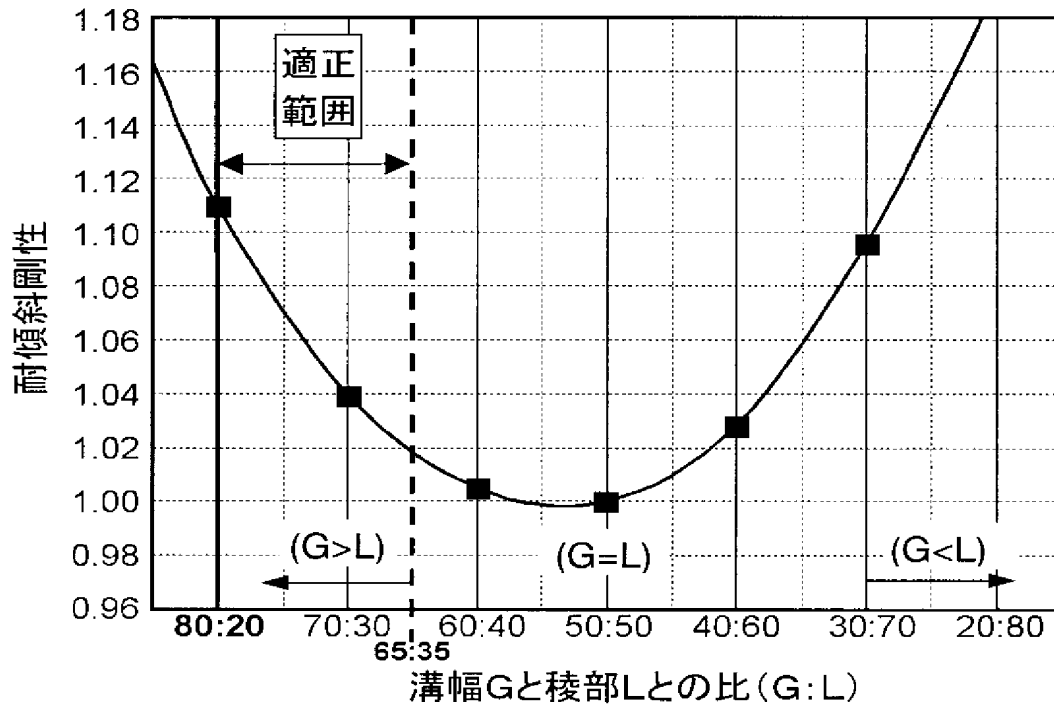
[図2]



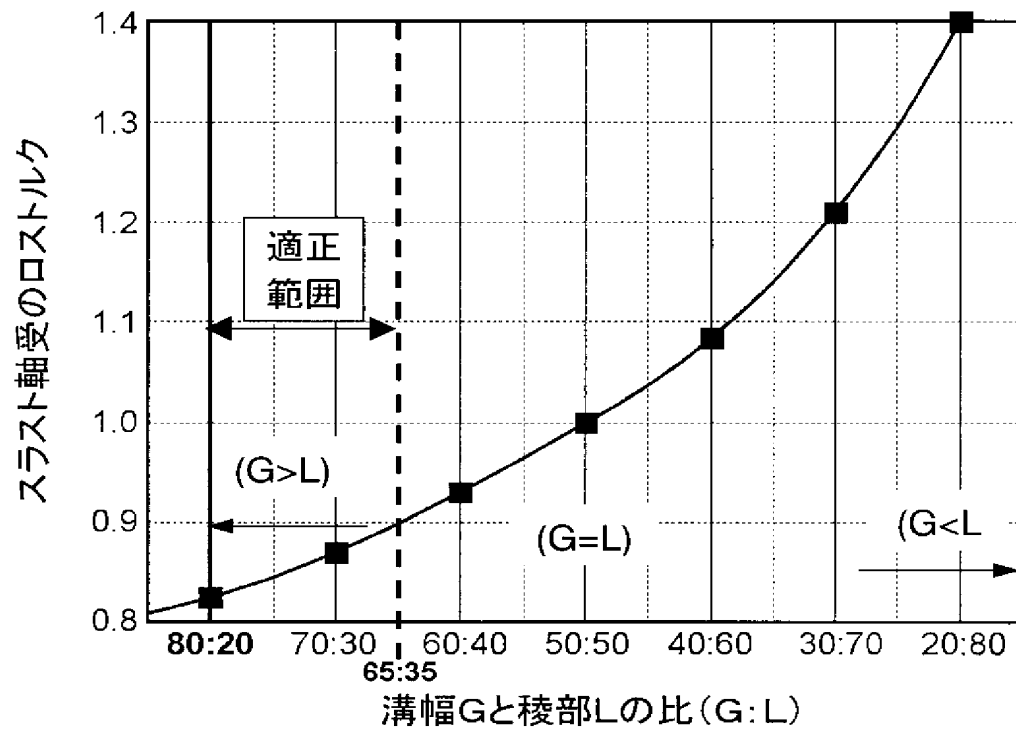
[図3]



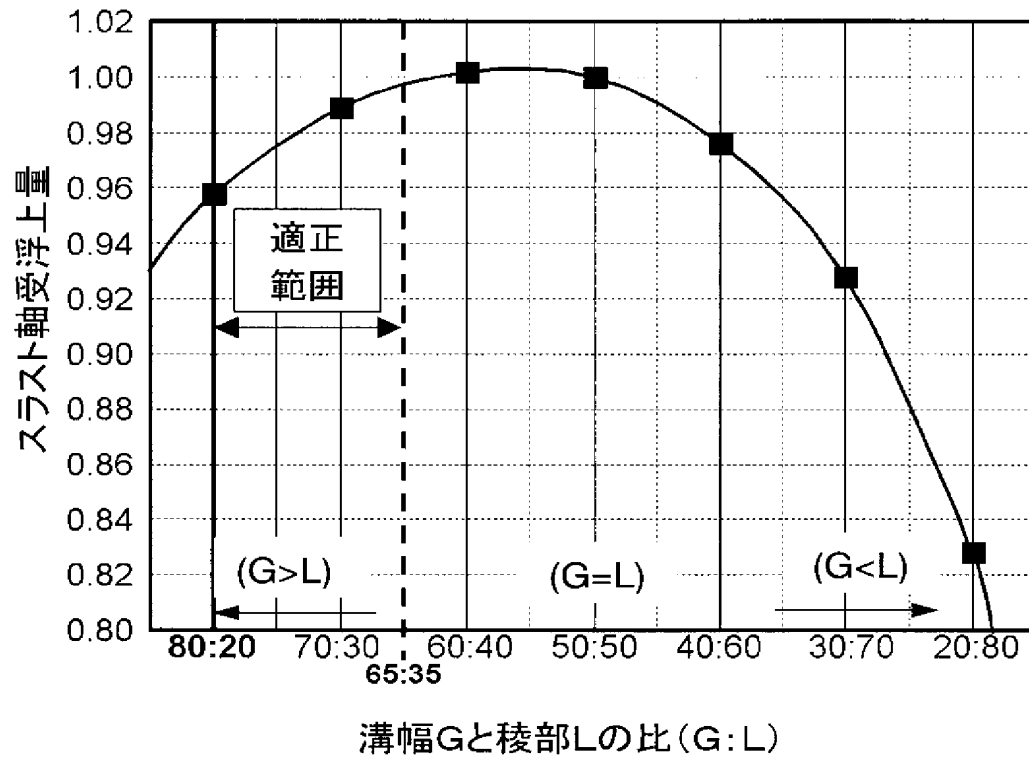
[図4]



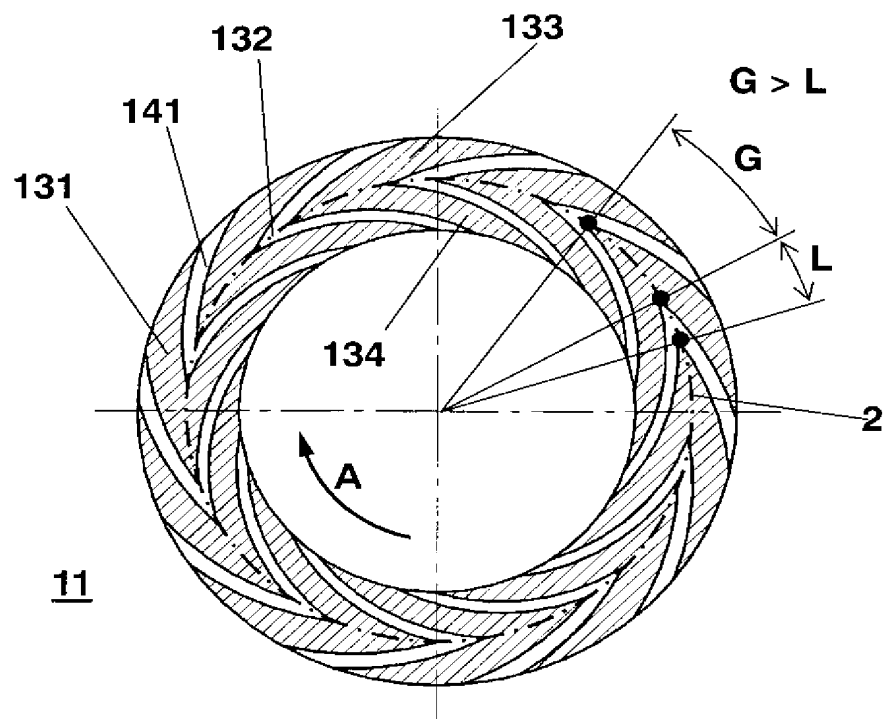
[図5]



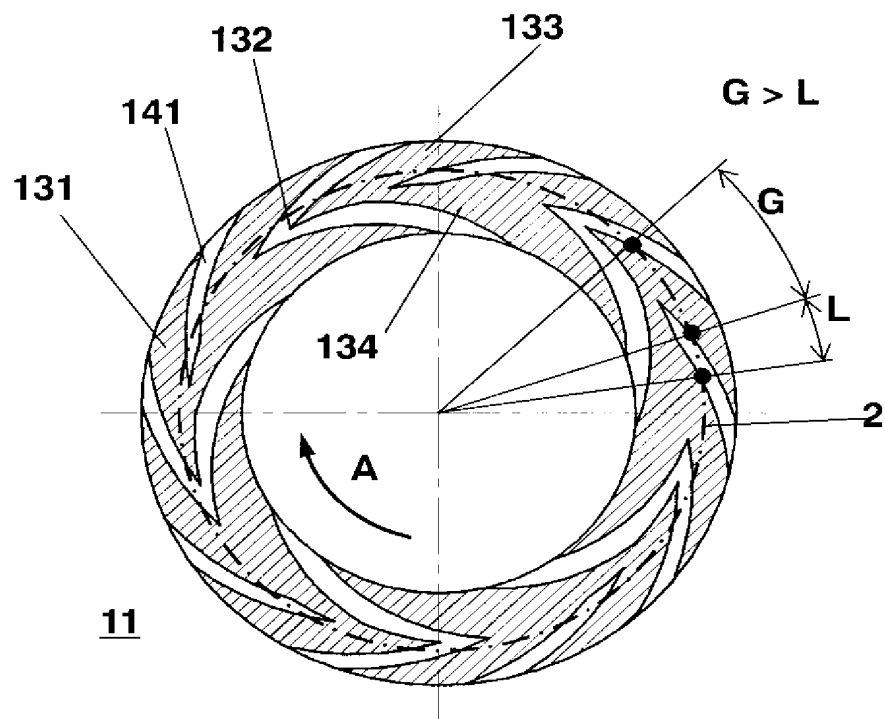
[図6]



[[図7A]]

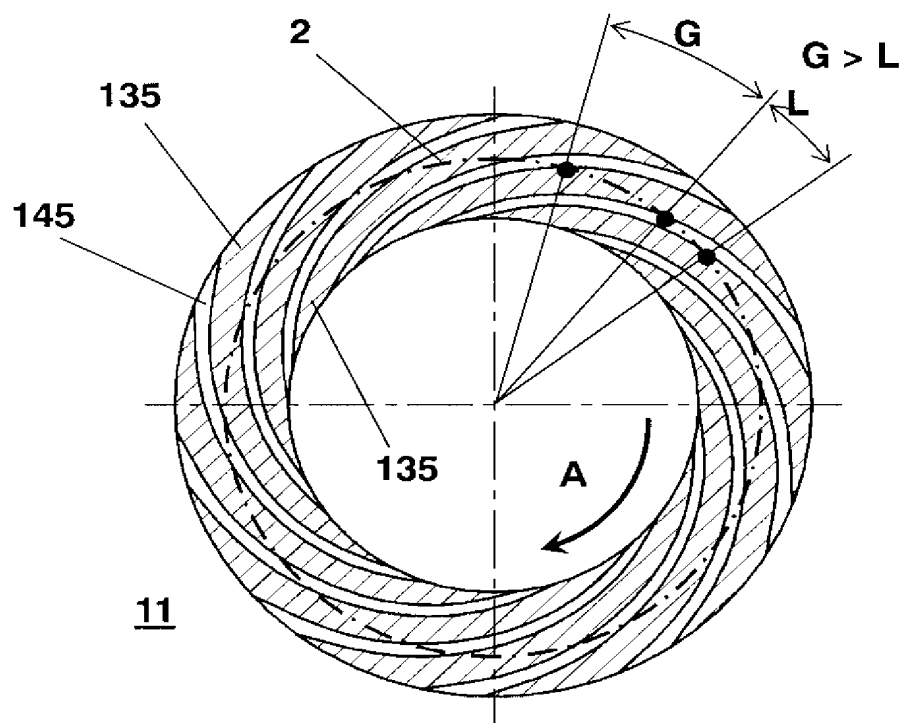


[[図7B]]

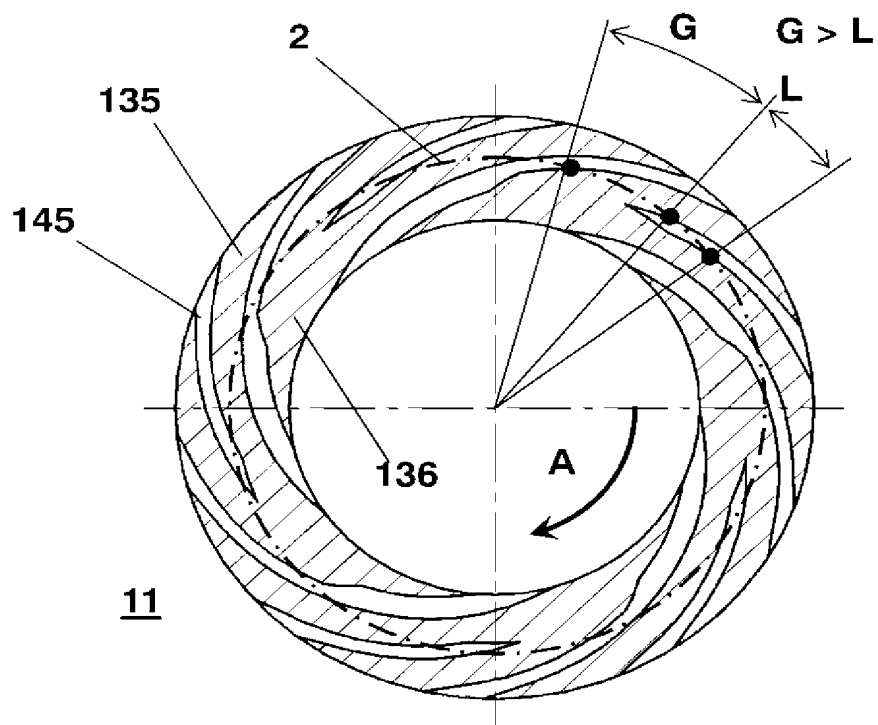




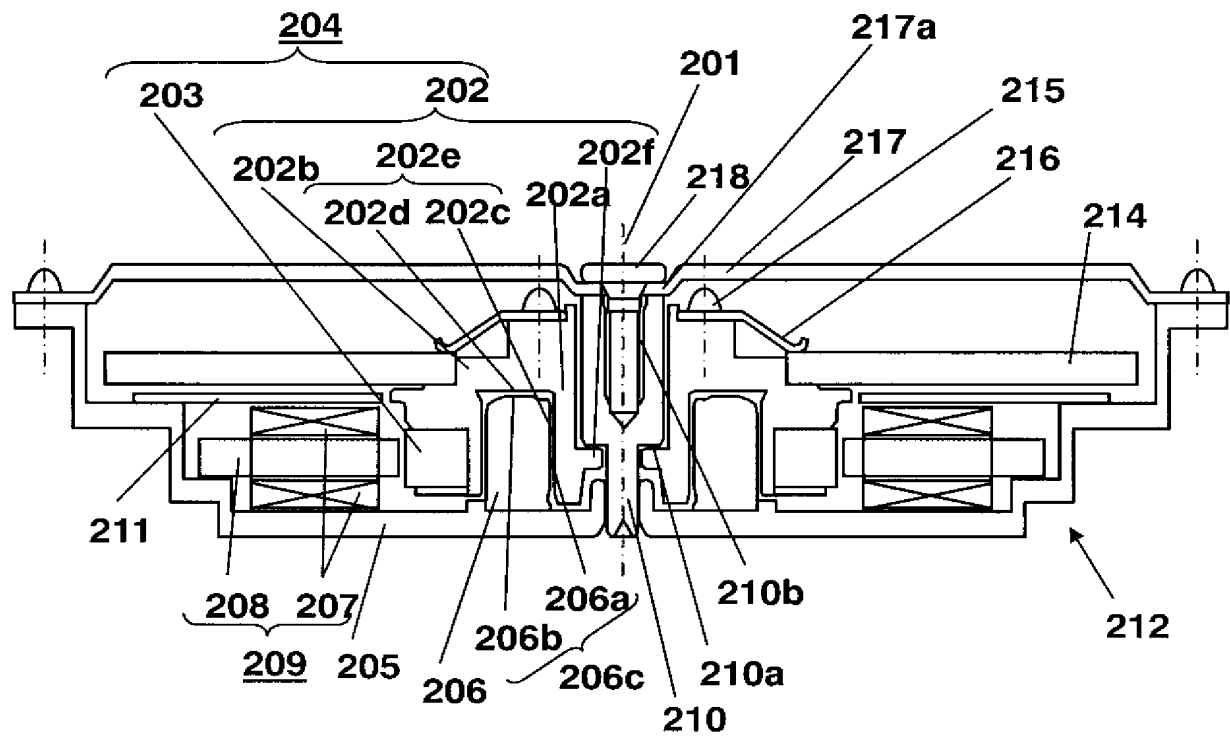
[図8A]



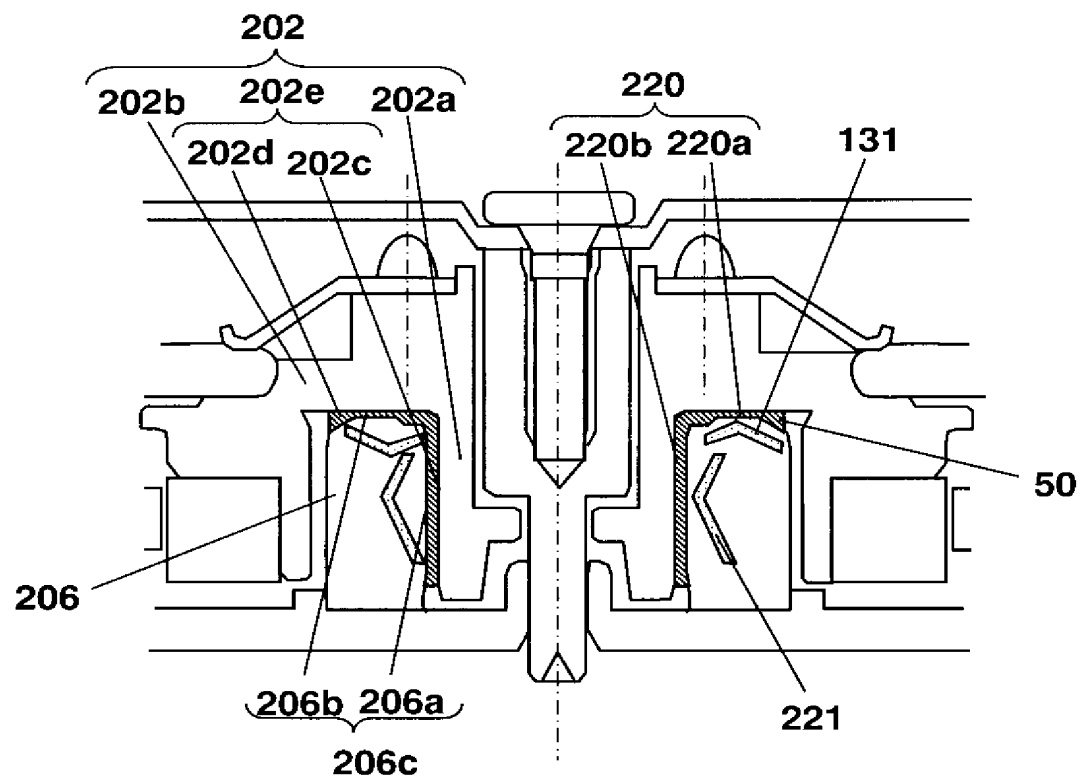
[図8B]



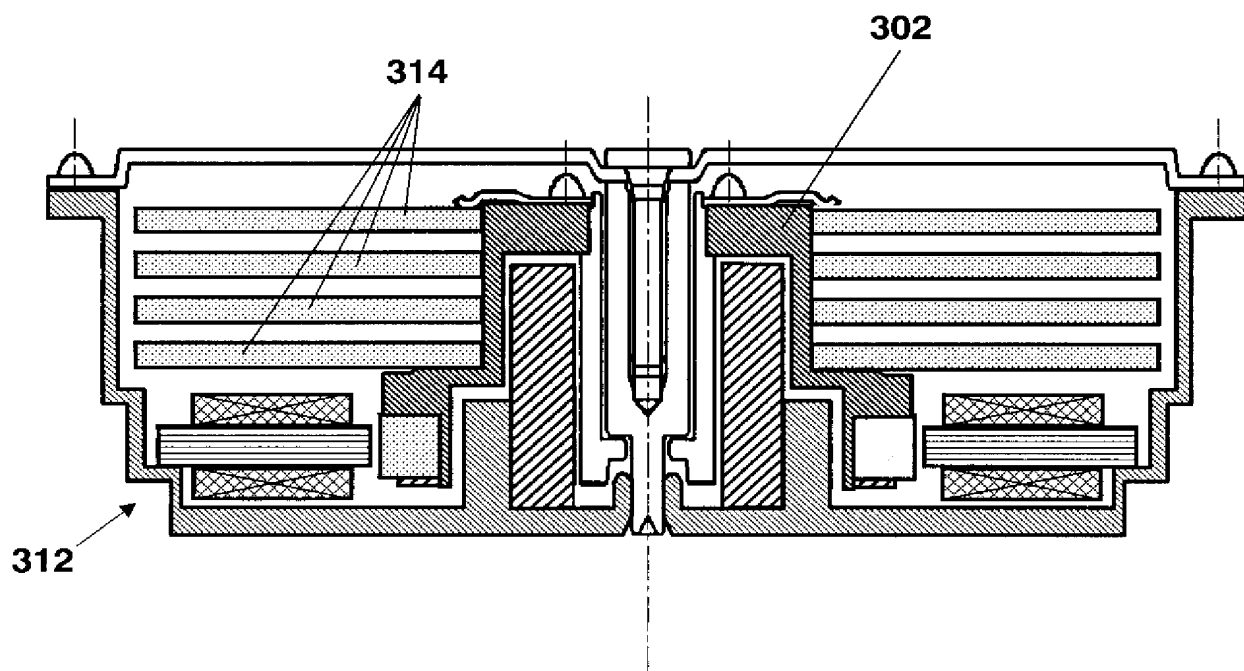
[図9]



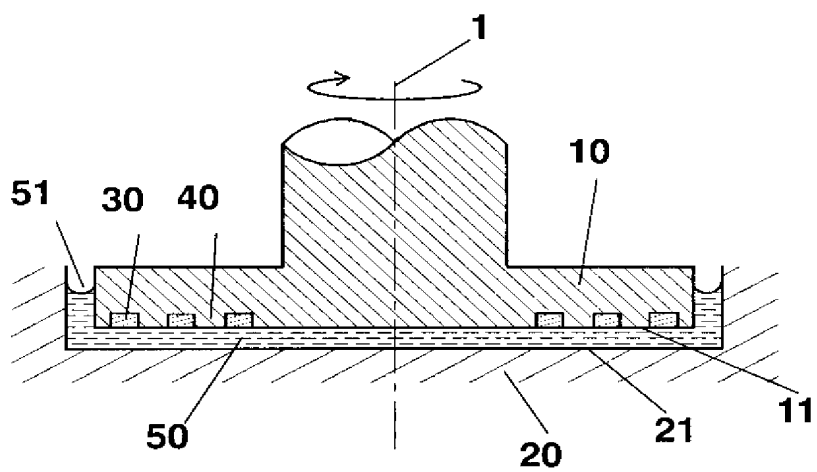
[図10]



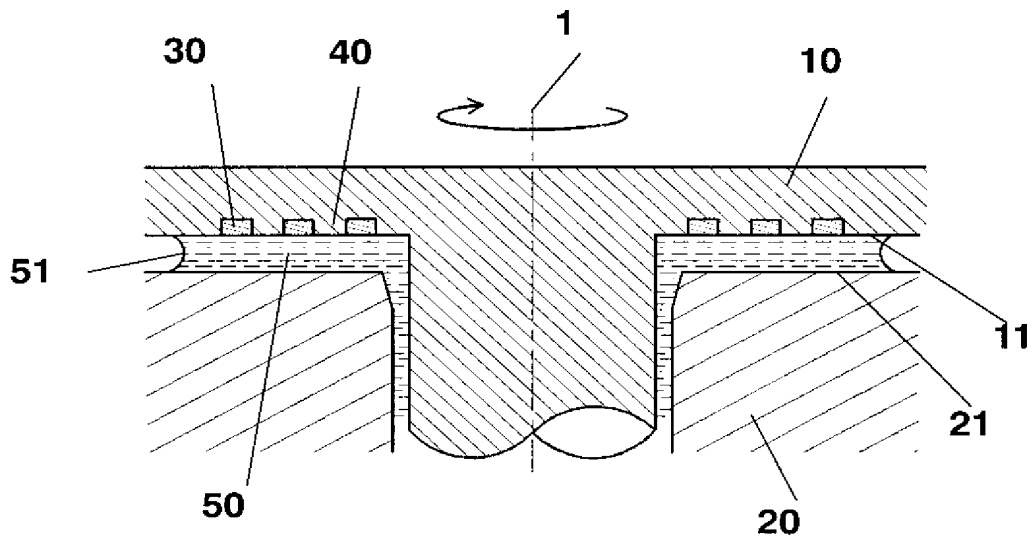
[図11]



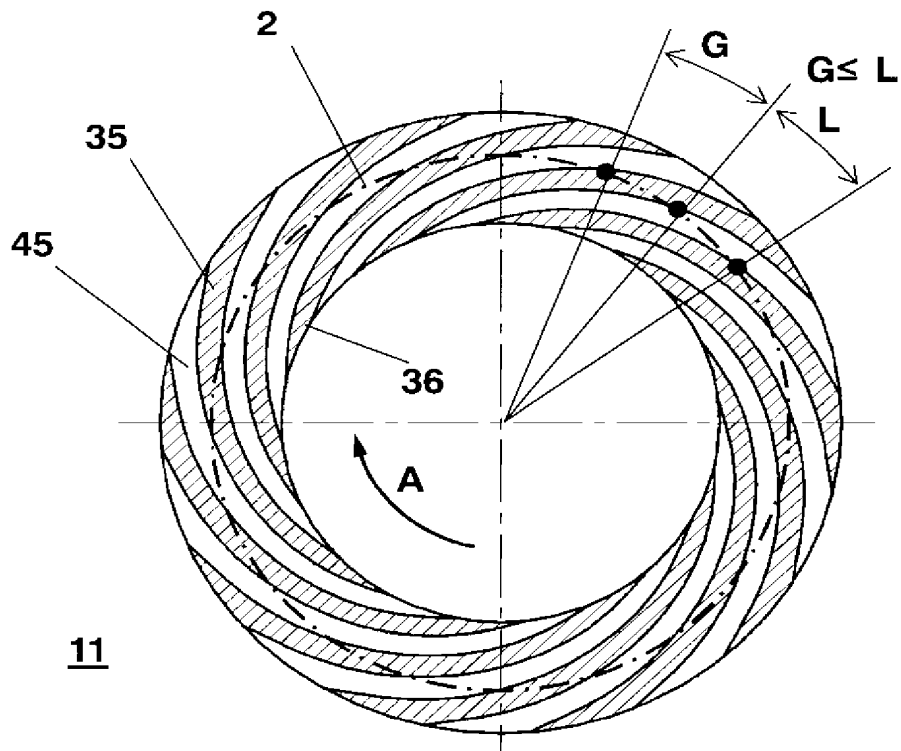
[図12A]



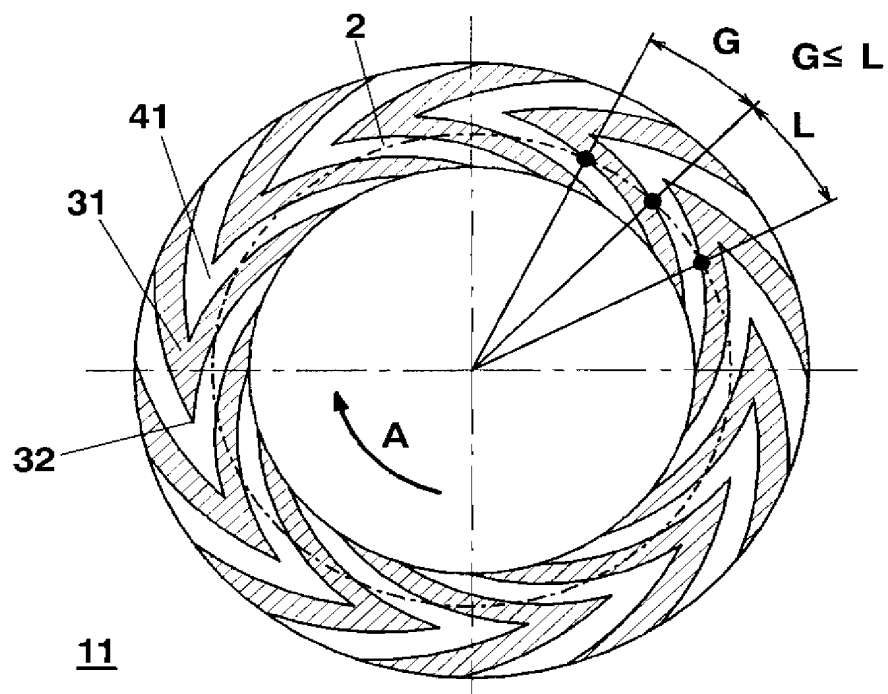
[図12B]



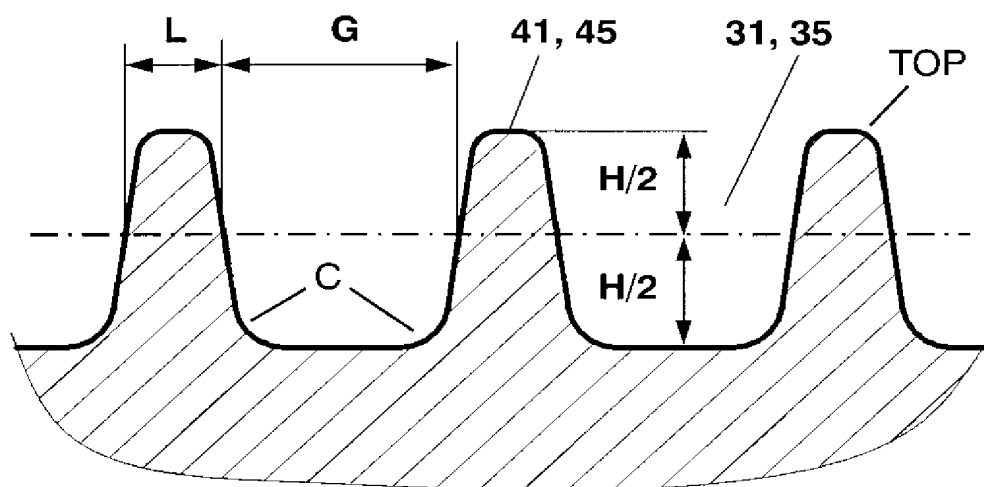
[図13]



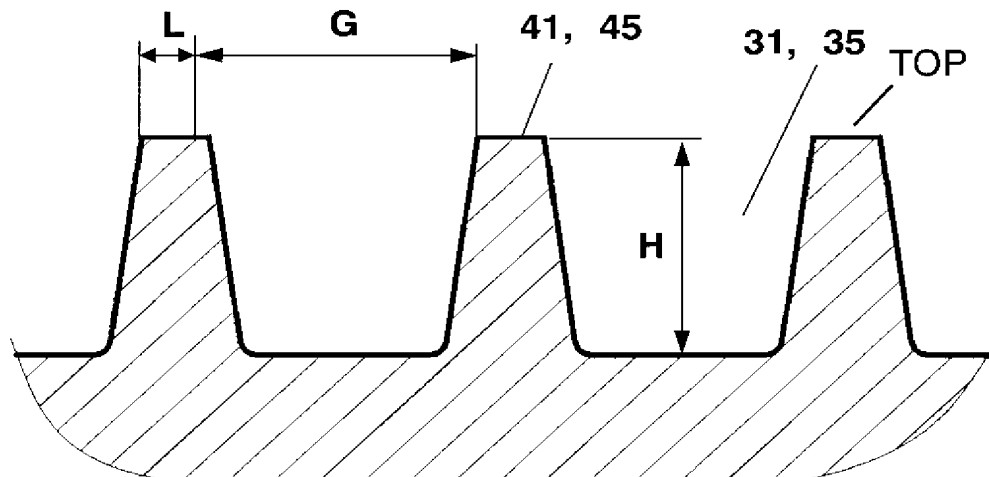
[図14]



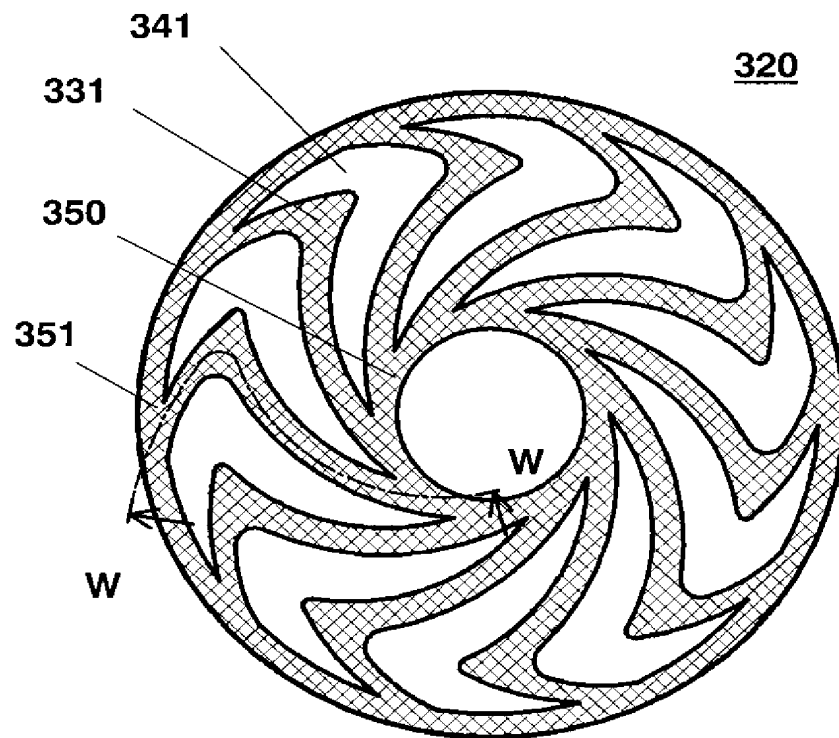
[図15A]



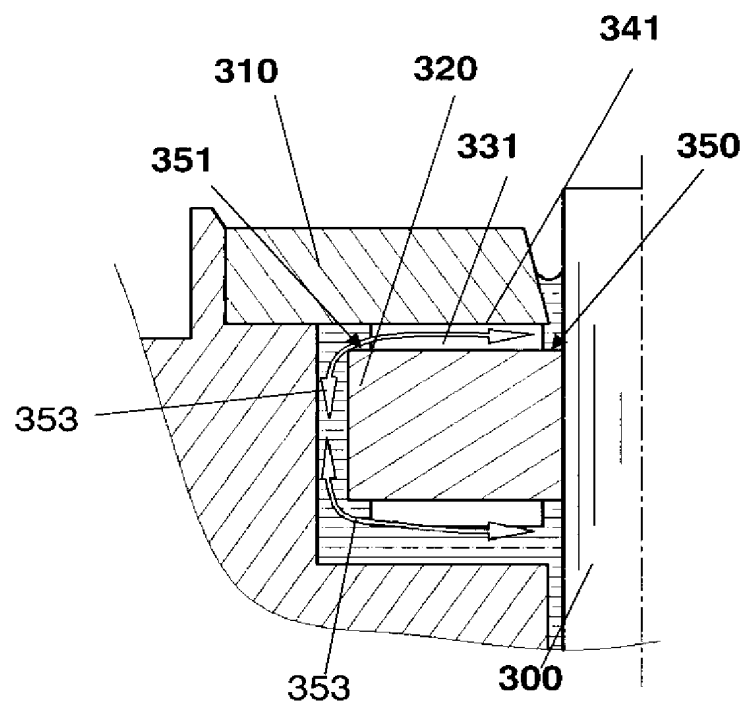
[図15B]



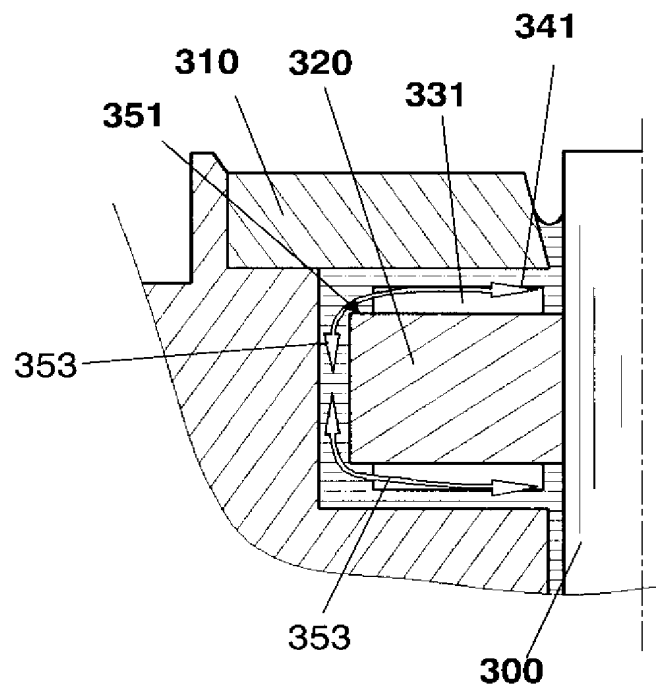
[図16A]



[図16B]



[図16C]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/019971

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**F16C17/04** (2006.01), **G11B19/20** (2006.01), **H02K7/08** (2006.01), **H02K21/22** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

**F16C17/04** (2006.01), **G11B19/20** (2006.01), **H02K7/08** (2006.01), **H02K21/22** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-120660 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 23 April, 2003 (23.04.03), Claim 3; Par. Nos. [0009], [0010], [0024], [0025] (Family: none)	1-8
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 7536/1991 (Laid-open No. 105216/1992) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 September, 1992 (10.09.92), Par. No. [0005] (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
20 January, 2006 (20.01.06)

Date of mailing of the international search report  
31 January, 2006 (31.01.06)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16C17/04(2006.01), G11B19/20(2006.01), H02K7/08(2006.01), H02K21/22(2006.01)

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F16C17/04(2006.01), G11B19/20(2006.01), H02K7/08(2006.01), H02K21/22(2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2003-120660 A (光洋精工株式会社) 2003.04.23, 【請求項3】、段落【0009】、【0010】、【0024】、【0025】 (ファミリーなし)	1-8
A	日本国実用新案登録出願 3-7536 号 (日本国実用新案登録出願公開 4-105216 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱重工業株式会社), 1992.09.10, 段落【0005】 (ファミリーなし)	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.01.2006

国際調査報告の発送日

31.01.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

3 J

9332

磯部 賢

電話番号 03-3581-1101 内線 3328